UNIVERSITATEA DE ŞTIINŢE AGRONOMICE ŞI MEDICINĂ VETERINARĂ BUCUREŞTI

FACULTATEA DE HORTICULTURĂ

Învăţământ la distanţă

Şef de lucrări dr. ing. PAUL DOBRE

TRACTOARE ŞI MAŞINI HORTICOLE

Partea I

- 2009 -

TRACTOARE HORTICOLE

1. INTRODUCERE

Tractorul reprezintă principala sursă de energie, prezentând importanţă deosebită în realizarea mecanizării proceselor de producţie la parametrii optimi în toate sectoarele horticole. În scopul asigurării unui grad de mecanizare ridicat a lucrărilor horticole, se impune cunoaşterea temeinică şi folosirea cu randament ridicat a tractoarelor în scopul reducerii consumurilor specifice de combustibili, realizarea unui coeficient maxim de utilizare a puterii, mărirea capacităţii de lucru, reducerea cheltuielilor de producţie şi a termenelor de execuţie a lucrărilor.

În cuprinsul lucrării se tratează probleme privind cunoaşterea materialelor şi a organelor de maşini necesare introducerii în studiul tractoarelor şi maşinilor horticole, procesului de lucru pe care-l execută, părţi componente, parametrii constructivi şi funcţionali, reglaje, exploatare şi protecţia muncii.

Lucrarea constituie prima parte a disciplinei „Tractoare şi maşini horticole", prevăzută în planul de învăţământ pentru facultatea de horticultură, anul I, învăţământ la distanţă.

2. **MATERIALE, ORGANE DE MAŞINI ŞI MECANISME FOLOSITE LA UTILAJELE HORTICOLE**

2.1**. Materiale folosite în construcţia şi exploatarea utilajelor horticole.**

2.1.1. **Generalităţi**

Materialele folosite în construcţia şi exploatarea utilajelor horticole (tractoare, maşini şi instalaţii) se clasifică în general în două mari categorii: materiale metalice şi materiale nemetalice. Materialele metalice, la rândul lor, pot fi feroase şi neferoase. Ele se folosesc de regulă sub formă de aliaje metalice. Proprietăţile mecanice, chimice şi termice ale aliajelor depind de componentele aliajului. De cele mai multe ori proprietăţile mecanice ale aliajelor sunt superioare materialelor pure ce intră în componenţa lor.

2.1.2. **Metale şi aliaje feroase**

Aliajele feroase reprezintă aliaje ale fierului cu carbonul şi cu alte elemente: siliciu, mangan, crom, nichel, cobalt, wolfram, cupru, aluminiu etc.

Cele mai importante aliaje ale fierului sunt aliajele fier-carbon. În funcţie de proporţia dintre carbon şi fier se disting aliaje cu proprietăţi diferite reprezentate prin **fontă şi oţel**.

Fonta este aliajul ce conţine carbon C în proporţie de 1,7 – 6,67 %. În afară de fier şi carbon în fontă se mai găsesc şi unele elemente însoţitoare reprezentate prin: Mn, P, Si, S, etc., sau unele elemente de aliere cum sunt: Cr, Ni, Mo, Cu, Al, Mg etc. care ridică calităţile mecanice, rezistenţa la temperaturi înalte şi oxidare. În funcţie de conţinutul în carbon se obţin două feluri de fontă: fonta albă şi fonta cenuşie.

Fonta albă are un conţinut de carbon cuprins între 1,7 şi 4,0 % şi se obţine prin răcirea bruscă a topiturii. Carbonul, în cea mai mare parte rămâne legat chimic cu fierul sub formă de cementită. Are duritate şi fragilitate mare. Se foloseşte la obţinerea de piese turnate care trebuie să aibă suprafeţe dure şi la elaborarea fontei maleabile. De obicei fontelor albe nu li se aplică prelucrări mecanice.

Fonta maleabilă se obţine prin încălzirea prelungită a fontei albe la temperaturi ridicate şi răcire lentă.

Fonta cenuşie are un conţinut de carbon cuprins între 2,2 şi 4,0 % şi se obţine prin răcirea lentă a topiturii. În această situaţie numai c.ca 0,8 % din carbon rămâne legat chimic cu fierul sub formă de cementită, cea mai mare parte rămâne liber sub formă de lamele de grafit, care dau culoarea cenuşie, de unde şi numele. Se toarnă bine în forme, este fragilă, se prelucrează uşor prin aşchiere. Din fontă cenuşie se realizează o serie de piese cum ar fi: blocul motor, chiulasa, carterul transmisiei etc.

Oţelul se obţine prin afinarea (oxidarea) fontei. Procentul de carbon în oţel poate varia între 0,04 % şi 1,7 % , rezultând oţeluri cu calităţi diferite. În timpul elaborării în masa oţelului se pot încorpora diferite elemente de aliere cum sunt: Mn, Cr, Ni, Co, W, Va, Mo, etc. Prin aliere proprietăţile mecanice, chimice şi fizice ale oţelului se schimbă. Oţelurile aliate cu Ni şi Cr sunt inoxidabile, cele cu Mo rezistă la temperaturi înalte, cele cu Va şi W sunt oţeluri rapide folosite pentru scule, etc.

Oţelurile se pot turna, lamina şi forja. Se pot prelucra foarte bine prin aşchiere. Nu sunt casante. Oţelurile laminate se livrează în profile: bare rotunde, pătrate, hexagonale, tablă, ţevi, etc. Din oţel se realizează o mare parte din piesele destinate utilajelor horticole.

Piesele din oţel, de regulă sunt supuse unor tratamente termice şi termochimice. Tratamentele termice sunt reprezentate în principal prin: *recoacere, călire şi revenire.*

Recoacerea constă în încălzirea piesei din oţel la o temperatură de 800 – 900^0C timp de câteva ore, după care urmează o răcire lentă şi are ca scop înlăturarea tensiunilor interioare, în vederea executării altor operaţii tehnologice de prelucrare ulterioară.

Călirea constă în încălzirea pieselor din oţel la temperaturi de 800 – 850^0C, după care urmează o răcire bruscă în apă, soluţii de săruri minerale, ulei sau curent de aer rece şi are ca scop mărirea durităţii şi a rezistenţei.

Revenirea constă în încălzirea pieselor din oţel la o temperatură de 300 – 500^0C urmată de o răcire lentă. Se aplică pieselor din oţel călite cu scopul de a micşora fragilitatea şi a înlătura tensiunile interioare.

Tratamentele termochimice au ca scop mărirea durităţii, a rezistenţei la uzură şi la coroziune. Aceste tratamente determină modificări ale compoziţiei chimice în straturile superficiale ale pieselor din oţel datorită difuziei anumitor elemente chimice. Principalele tratamente termochimice sunt: *cementarea, nitrurarea, sulfizarea, cromizarea, aluminizarea* etc. şi constau în încălzirea pieselor din oţel la temperaturi de 900 – 1000^0C în medii bogate în carbon, azot sau alte elemente, în funcţie de scopul urmărit.

2.1.3. **Metale şi aliaje neferoase.**

Principalele metale neferoase folosite în construcţia şi exploatarea utilajelor horticole sunt: cuprul, aluminiul, zincul, staniul, plumbul, nichelul, magneziul.

2.1.3.1. *Cuprul (Cu)* sau arama este un metal de culoare roşietică, maleabil, ductil, cu o foarte bună conductibilitate electrică şi termică. Temperatura de topire este de 1083 ^{0}C.

Prin alierea cuprului cu zincul se obţine alama, iar prin alierea cuprului cu staniul şi celelalte elemente neferoase se obţin bronzuri. Din cupru se realizează conductori electrici, radiatoare termice, conducte, garnituri de etanşare pentru temperaturi ridicate etc.

Alama este un aliaj de culoare gălbuie cu nuanţe verzui. Se foloseşte la lipirea tare (alămire) şi la confecţionarea de ţevi, recipiente, robinete, şuruburi etc. ce lucrează în mediu corosiv.

Bronzul are culori de la roşu-gălbui la gri-murdar în funcţie de elementele aliate şi este folosit la confecţionarea bucşelor, cuzineţilor de lagăre etc.

2.1.3.2. *Nichelul (Ni)* este un metal dur, rezistent la coroziune şi oxidare. Temperatura de topire este de 1455^0C. Se foloseşte ca element de aliere la fonte şi oţeluri şi la nichelarea (acoperirea cu nichel) suprafeţelor metalice.

2.1.3.3. *Zincul (Zn)* are culoare albă-albăstruie, rezistenţă mare la coroziune, se topeşte la temperatura de 420^0C. Se foloseşte ca element de aliere şi se foloseşte la protejarea pieselor din oţel şi fontă împotriva coroziuni – acoperiri galvanice.

2.1.3.4. Plumbul (Pb) are culoare cenuşiu-albastră, densitate mare, duritate mică, temperatura de topire este mică (327^0C). Este foarte rezistent la coroziune. Se foloseşte ca element de aliere la obţinerea aliajelor antifricţiune utilizate pentru confecţionarea lagărelor. Prin alierea plumbului cu staniul rezultă aliajul pentru lipirea moale (cositorire). Plumbul se foloseşte pe scară largă la confecţionarea plăcilor pentru acumulatoarele electrice.

2.1.3.5. *Staniul (Sn)* sau cositorul are culoare alb-argintie, iar prin încălzire devine gălbui. Temperatura de topire este de 227^0C. Duritatea este mică şi este maleabil. Este un component important al multor aliaje.

2.1.3.6. *Aluminiul (Al)* este un metal neferos de culoare albă, cu densitate mică, foarte bun conducător de căldură şi electricitate. Se aliază cu Zn,Cu, Si, Mg, Ni, aliajele obţinute având o mare rezistenţă la coroziune. Aluminiul se mai foloseşte pentru confecţionarea radiatoarelor de căldură şi a conductorilor electrici.

2.1.3.7. *Magneziul (Mg)* are culoare alb-argintie şi o densitate mai mică chiar decât aluminiul. Temperatura de topire este de 650^0C. Magneziul este folosit în aliaj cu aluminiul pentru confecţionarea pieselor uşoare de maşini.

2.1.4. **Materiale nemetalice**

În construcţia tractoarelor şi maşinilor horticole se folosesc o serie de materiale nemetalice ca: lemnul, sticla, cauciucul, materialele plastice, materialele textile, materialele ceramice, lacuri, etc.

2.1.4.1. *Lemnul* este un material cu masa specifică mică, se prelucrează uşor, este ieftin, suportă bine şocurile. Este higroscopic, este supus putrezirii şi arderii. Esenţele lemnoase pot fi: tari (stejar, fag, salcâm, frasin, nuc), moi (salcie, plop, brad), sau mijlocii (paltin, mesteacăn). Din lemn se realizează ambalaje, biele, lagăre etc.

2.1.4.2. *Sticla* este un material ce se caracterizează prin transparenţă, conductibilitate termică şi electrică nulă, este casantă. Este folosită la confecţionarea paharelor de filtre, a sticlei de faruri, sticlă pentru parbriz, geamuri pentru maşini horticole, izolatori electrici, izolatori termici sub formă de vată de sticlă, etc.

2.1.4.3. Cauciucul este un material elastic, cu un coeficient de frecare mare şi un bun izolator electric. Calitatea deosebită a cauciucului este elasticitatea, care poate fi mărită şi menţinută prin vulcanizare (ameliorare cu sulf în proporţie de 1 - 2 %). Poate fi natural, obţinut din arborele de cauciuc, sau sintetic obţinut prin procedee chimice din hidrocarburi. Este folosit la confecţionarea anvelopelor, camerelor pneumatice, curelelor de transmisie, benzilor de transportor, garnituri, conducte flexibile, izolatori electrici, etc.

2.1.4.4. *Materialele plastice* se utilizează pe scară largă în construcţia de tractoare şi maşini horticole şi tind să înlocuiască metalele. Ele pot fi reprezentate prin: polietilenă, polivinil clorură, polistiren, polivinil eter, polimetacrilor de metil (plexiglas), răşină poliamidină (nailon), răşini fenol-formaldehidice (bachelită, trolon) etc. Din mase plastice se confecţionează roţi dinţate, cuzineţi pentru lagăre, izolatori electrici, ţevi, piele artificială, rezervoare pentru lichide, pompe pentru lichide şi altele.

2.1.4.5. *Ebonita* este un material obţinut prin vulcanizarea cauciucului sintetic sau natural cu adaos de sulf 25 – 40 %. Este un bun izolator electric, nu este elastic şi se foloseşte la confecţionarea diferitelor piese de maşini.

2.1.4.6. *Vopselele* se folosesc pentru a proteja suprafeţele pieselor împotriva agenţilor fizici şi chimici din mediul înconjurător, asigurând totodată şi un aspect plăcut utilajelor. Se obţin prin amestecarea unor coloranţi cu uleiuri sicative. Culorile vopselelor pot fi foarte variate.

2.1.4.7. *Lacurile* sunt produse organice dizolvate în diferiţi solvenţi (benzină, alcool, toluen, acetonă etc.). Se folosesc ca şi vopselele pentru acoperirea suprafeţelor diferitelor piese în scopul protejării.

2.1.4.8. *Materialele abrazive* sunt materiale cristaline, dure, naturale sau sintetice, care intră în componenţa corpurilor abrazive: şmirghel, cuarţ, corindon, cremene, diamant, carborund, electrocorund etc. Ele se regăsesc sub formă de: pietre abrazive, hârtie abrazivă, pânză abrazivă şi sunt folosite ca scule de lucru pentru prelucrat metal fără vârfuri, ascuţit scule, şlefuirea lemnului şi a metalului, etc.

2.1.4.9. *Hârtia şi cartonul* sunt obţinute din celuloză şi se folosesc la fabricarea filtrelor, garniturilor, în tehnica izolaţiei, la ambalaje.

2.1.4.10. *Klingheritul* este un material special pentru etanşare, cu rezistenţă mare la temperatură şi presiune. Este constituit din 70% azbest şi 30 % cauciuc. Pentru mărirea rezistenţei uneori este armat cu ţesătură textilă sau metalică. Din klingherit se confecţionează garniturile de chiulasă.

2.1.4.11. *Ferodoul* este un material cu coeficient de frecare mare, termorezistent, cu rezistenţă mare la uzură şi este folosit pentru acoperirea zonelor de fricţiune de la ambreiaje şi frâne.

Verificarea cunoştinţelor

1. În ce constă, în principal, deosebirea dintre fontă şi oţel?
2. Care sunt caracteristicile principale care diferenţiază fonta albă de fonta cenuşie?

3. Care sunt principalele tratamente termice care se aplică pieselor din oţel?
4. Între ce limite variază conţinutul de carbon în oţel?
5. Care dintre metalele neferoase au conductibilitate electrică mare?
6. Care sunt principalele aliaje ale cuprului?
7. Care sunt principalele utilizări ale plumbului?
8. Care este materialul folosit la confecţionarea garniturilor de chiulasă?
9. Care sunt caracteristicile principalele ale cauciucului?

2.1.5. **Combustibili**

Principalii combustibili utilizaţi în agricultură sunt reprezentaţi prin combustibili fosili şi biocombustibili.

În categoria combustibililor fosili se încadrează: *benzina, motorina, petrolul, gazele şi cărbunii.*

2.1.5.1. ***Benzina*** se obţine prin distilarea fracţionată, cracarea simplă sau catalitică a ţiţeiului. Este utilizată la motoarele cu ardere internă cu aprindere prin scânteie. Este constituită dintr-un amestec de hidrocarburi în compoziţia căreia intră: carbon 80 – 83 %, hidrogen 11 – 14 %, azot şi sulf până la 6 – 7%.

Proprietăţile benzinei care determină calităţile sale de combustibil sunt: volatilitatea, neutralitatea, stabilitatea chimică şi antidetonanţa.

Antidetonanţa reprezintă proprietatea care asigură arderea combustibilului cu o viteză de 15 – 20 m/s cu dezvoltarea unei presiuni corespunzătoare a gazelor rezultate din ardere.

Este proprietatea care împiedică producerea detonaţiei.

Detonaţia este un fenomen nedorit caracterizat prin propagarea arderii cu o viteză foarte mare (1500 – 2000m/s) şi dezvoltarea unei presiuni ridicate a gazelor de ardere, sub formă de undă de şoc. Are ca efect imediat supraîncălzirea motorului, iar pe termen lung, datorită presiunilor mari ce se exercită asupra cilindrilor, pistoanelor şi chiulasei, apar bătăi pronunţate ce pot atrage distrugerea motorului.

Proprietăţile antidetonante ale unui combustibil sunt apreciate prin *cifra octanică* – CO (determinată după metoda Research –R) ce caracterizează tendinţa benzinei de a se opune detonaţiei. *Ea reprezintă conţinutul procentual volumetric de izooctan într-un amestec de heptan şi izooctan.* Heptanul este considerat cu CO zero, iar izooctanul cu CO 100.

După metoda Research cifra octanică se determină comparând tendinţa de detonaţie a probei de benzină cu aceea a unui amestec de combustibil de referinţă cu CO cunoscută în condiţii de lucru standardizate la 600 rot/min, variind raportul de comprimare. Cu cât CO este mai ridicată, cu atât posibilitatea apariţiei detonaţiei este mai mică. În funcţie de CO rezultată, benzinele se clasifică în: benzine normale – CO/R-75, benzine regular – CO/R-90 şi benzine extra – CO/R-98. R – reprezintă simbolul metodei de determinare a CO (Research), iar cifra menţionată reprezintă valoarea CO.

2.1.5.2. ***Motorina*** se obţine prin distilarea fracţionată a ţiţeiului şi se prezintă sub forma unui lichid de culoare maro cu nuanţe verzi şi miros caracteristic.

Proprietăţile de ardere ale motorinei se apreciază după *cifra cetanică* şi *temperatura punctului de congelare.*

Cifra cetanică CC caracterizează tendinţa motorinei de a se autoaprinde şi reprezintă raportul procentual volumetric de amestec dintre hidrocarburile de bază ce intră în compoziţia motorinei: cetanul ($C_{10}H_{34}$) care se aprinde cu multă uşurinţă şi alfametilnaftalenul ($C_{11}H_{10}$) care are o mare întârziere la aprindere. Se determină prin compararea motorinei cu un amestec etalon format din cele două hidrocarburi. Procentul de cetan din amestecul etalon care se comportă ca motorina dată reprezintă CC a combustibilului studiat. Cifra cetanică a motorinelor este cuprinsă între 40 – 60.

Temperatura punctului de congelare PC reprezintă temperatura la care motorina nu mai este pulverizată corespunzător în interiorul cilindrilor. După temperatura punctului de congelare motorinele sunt grupate în trei categorii:

- motorină de iarnă cu PC de – 20^0C;
- motorină de toamnă - primăvară cu PC de – 5^0C;
- motorină de vară cu PC de + 5^0C.

2.1.5.3. Petrolul este un produs de distilare primară a ţiţeiului şi se foloseşte la instalaţii de uscare a produselor horticole, la încălzire etc.

2.1.5.4. Combustibilii gazoşi pot fi naturali: gazul metan, gazul de sondă şi gazul natural, care se caracterizează printr-o compoziţie chimică stabilă şi artificiali: gazul de rafinărie,gazul de iluminat obţinut prin degazeificarea combustibililor solizi.

În categoria biocombustibililor utilizaţi în horticultură se încadrează: uleiul vegetal, biodieselul, biogazul, biomasa, biometanolul şi bioetanolul. Sunt combustibili regenerabili, mai puţin poluanţi decât cei fosili şi de multe ori mai ieftini.

2.1.5.5. **Uleiul vegetal** rezultat prin presare la rece sau la cald, extracţie sau alte procedee complementare din seminţe sau fructe oleaginoase, constituie un combustibil excelent pentru motoarele cu aprindere prin comprimare (diesel). Cel mai recomandat este uleiul de rapiţă obţinut prin presare la rece – ulei pur (filtrat, dar fără modificări chimice). În prealabil trebuie corectată *vâscozitatea* care este de 40 de ori mai mare decât cea a motorinei şi influenţează negativ filtrarea şi pulverizarea uleiului. *Vâscozitatea* se reduce prin încălzirea prealabilă a uleiului la temperaturi de până la 80^0C, când se apropie de cea a motorinei şi nu mai ridică probleme legate de filtrare şi pulverizare. Este mai puţin poluant decât combustibilul clasic, este mai ieftin şi se poate produce direct la consumator din producţia proprie sau din achiziţii. Amestecul de ulei - motorină pe termen lung nu este indicat. Uleiul nu este perfect miscibil cu motorina şi nu arde în totalitate, printre altele, depunându-se pe pistoane şi segmenţi sub formă de gel determinând cocsarea acestora.

2.1.5.6. **Biodieselul** se obţine prin reacţia de esterificare a grăsimilor în prezenţa unui catalizator. În urma procesării uleiului vegetal se obţine biodiesel şi glicerol. Produsul obţinut are caracteristici foarte apropiate de ale motorinei, nefiind necesare modificări ale sistemului de alimentare al motorului. Se amestecă foarte bine cu motorina. Pe termen lung utilizarea în amestec sau ca atare la motoarele diesel nu ridică probleme, din contră reduce poluarea (compuşi sulfului lipsesc din gazele de ardere).

2.1.5.7. ***Biogazul sau gazul biologic*** reprezintă un combustibil regenerabil, gazos şi se obţine în instalaţii speciale prin fermentarea anaerobă a materiei organice. Este constituit în principal din metan şi anhidridă carbonică. Pentru horticultură, tehnologia de producere a biogazului prezintă o serie de avantaje: utilizarea superioară a producţiei secundare din agricultură, a dejecţiilor animale, reducerea mirosului generat de descompunerea dejecţiilor animale, stocarea mai uşoară a îngrăşământului organic, asigurarea unui îngrăşământ natural lichid, pretratat prin fermentare anaerobă (cea mai mare parte a seminţelor de buruieni şi mai mult de 90% din microorganismele patogene sunt distruse) care să înlocuiască îngrăşămintele chimice, asigurarea de energie electrică şi termică ieftină. Biogazul se foloseşte pentru producerea de energie termică şi/sau electrică.

2.1.5.8. **Biomasa** este un combustibil solid, regenerabil, constituind de fapt producţia secundară rezultă din pomicultură, viticultură, legumicultură, (ramuri de pomi, coarde de viţă de vie, tulpini de plante, sâmburi, etc.) şi este utilizată pentru uscarea seminţelor, a fructelor, a legumelor, pentru încălzirea spaţiilor etc.

2.1.5.9. **Biometanolul** (CH_3OH) sau alcoolul metilic este un combustibil lichid, regenerabil, folosit la motoarele cu aprindere prin scânteie, ca înlocuitor al benzinei sau în amestec cu aceasta. Puterea calorică a metanolului este mai redusă comparativ cu benzina (19975 faţă de 43940 kJ/kg la benzină), dar CO este mult superioară - 110 faţă de 75 la benzină, ceea ce îi conferă proprietăţi antidetonante deosebite şi totodată permite realizarea de motoare cu rapoarte de comprimare mari şi randament sporit.

Prezenţa oxigenului în structura chimică a alcoolilor (implicit a metanolului) asigură o ardere mai bună a acestora şi o poluare mai redusă a mediului.

Este un lichid incolor, toxic, foarte corosiv. Se obţine de obicei pornind de la gazeificarea lemnului uscat (procedeul Syngas).

2.1.5.10. **Bioetanolul** (CH_3CH_2OH) sau alcoolul etilic este folosit ca şi metanolul la motoarele cu aprindere prin scânteie, ca atare sau în amestec cu benzina. Amestecul poate ajunge până la 10 % alcool. Pentru realizarea amestecului benzină – alcool, acesta obligatoriu trebuie să fie anhidru (lipsit de apă), ceea ce necesită costuri suplimentare. Utilizaţi ca înlocuitori ai benzinei pot fi folosiţi cu procente semnificative de apă.

Puterea calorică a bioetanolului este 30730 kJ/kg, mai mare decât cea a biometanolului, dar mai redusă decât a benzinei, CO este 106 şi beneficiază de aceleaşi avantaje ca şi metanolul. Se obţine prin fermentarea alcoolică a materiilor dulci (sfeclă de zahăr,trestie de zahăr,topinambur,sorg zaharat,etc) sau prin hidroliza materiilor ce conţin amidon (grâu,porumb,orz,cartof,etc) şi apoi distilare.

Verificarea cunoştinţelor

1. La ce tipuri de motoare termice este folosită benzina drept combustibil ?
2. La ce tipuri de motoare termice este folosită motorina drept combustibil ?
3. Care sunt proprietăţile principale ale benzinei ?
4. Ce reprezintă cifra octanică ?

5. Care sunt parametrii după care se apreciază proprietăţile de ardere ale motorinei ?
6. Ce reprezintă cifra cetanică ?
7. Ce reprezintă temperatura punctului de congelare ?
8. Enumeraţi principalii biocombustibili utilizaţi în horticultură.
9. Care sunt principalii parametrii ai uleiului vegetal care trebuie corectaţi în vederea utilizării acestuia ca biocombustibil la motoarele Diesel?
10. Ce este biodieselul şi la ce tipuri de motoare termice se poate utiliza?
11. Prezenţa cărui element în structura chimică a alcoolilor determină o ardere mai completă în cilindrii motoarelor termice?

2.1.6. **Lubrifianţi**

Lubrifianţii sunt produse lichide – uleiuri, sau solide - unsori consistente, care asigură ungerea pieselor în scopul micşorării frecării dintre ele şi a reducerii uzurii.

2.1.6.1. Uleiurile sunt lubrifianţi lichizi folosiţi în exploatarea tractoarelor şi maşinilor horticole.

După domeniul de utilizare uleiurile se clasifică în:

a. Uleiuri de motor;
b. Uleiuri de transmisie;
c. Uleiuri hidraulice;
d. Uleiuri universale.

a. *Uleiurile de motor* au ca destinaţie ungerea motoarelor termice cu ardere internă. Ele sunt caracterizate print-o serie de proprietăţi, cele mai importante fiind: vâscozitatea, onctuozitatea, rezistenţa la oxidare şi stabilitatea chimică.

- *Vâscozitatea* reprezintă proprietatea uleiului de a se opune scurgerii. La un ulei de calitate vâscozitatea trebuie să rămână cât mai constantă la variaţii de temperatură.

- *Onctuozitatea* reprezintă proprietatea uleiului de a adera la suprafeţele unse şi de a forma o peliculă rezistentă la presiunile mari de contact.

- *Stabilitatea chimică* reprezintă proprietatea uleiului de a-şi păstra caracteristicile o perioadă mare de timp.

b. *Uleiurile de transmisie* au ca destinaţie ungerea angrenajelor din transmisiile tractoarelor şi maşinilor horticole (cutii de viteză, diferenţiale, reductoare planetare etc.).

c. *Uleiurile hidraulice* se folosesc în instalaţiile hidraulice ale tractoarelor şi maşinilor horticole.

2.1.6.2. *Unsorile consistente* (vaseline) sunt lubrifianţi solizi constituiţi din suspensii coloidale ale săpunurilor acizilor graşi, în uleiuri minerale. Principalele proprietăţi ale unsorilor consistente sunt: *punctul de picurare şi rezistenţa la presiune de contact.*

Punctul de picurare reprezintă temperatura la care lubrifiantul trece din stare solidă în stare lichidă (începe să picure). Punctul de picurare variază de la 75^0 C la 225^0 C.

Pentru ridicarea punctului de picurare şi îmbunătăţirea proprietăţilor de ungere, unsorile consistente se aditivează cu sodiu, litiu, calciu, grafit, etc.

Verificarea cunoştinţelor

1. Ce destinaţie au uleiurile de motor?
2. Care sunt principalele proprietăţi după care se caracterizează uleiurile de motor?
3. Ce destinaţie au uleiurile de transmisie?
4. Ce sunt unsorile consistente şi care sunt principalele lor proprietăţi ?

2.2. ORGANE DE MAŞINI

Tractoarele şi maşinile horticole sunt alcătuite din părţi elementare, cu funcţii distincte, nedivizibile, numite organe de maşini.

Organele de maşini se clasifică în două grupe mari: organe de maşini specifice şi organe de maşini comune.

Organele de maşini specifice sunt caracteristice numai unui tip de maşină sau ansamblu (ex. biela motoarelor termice).

Organele de maşini comune au aceeaşi formă şi îndeplinesc întotdeauna aceeaşi funcţie în construcţia oricărei maşini (ex. nituri, pene, şuruburi, etc).

După funcţia pe care o îndeplinesc, organele de maşini comune se clasifică în: *organe de maşini pentru asamblări, organe* de maşini *ale mişcării de rotaţie, organele de maşini pentru transmiterea şi transformarea mişcării de rotaţie, organe* de maşini *pentru reţinerea şi transportul fluidelor*.

2.2.1. Asamblări şi organe de maşini pentru asamblări

Asamblarea reprezintă îmbinarea a două sau mai multor piese cu scopul de a realiza diferite componente ale utilajelor. Asamblările se clasifică în: asamblări nedemontabile, asamblări demontabile şi asamblări elastice.

2.2.1.1. ***Asamblările nedemontabile*** se realizează prin sudare, lipire şi nituire. După asamblare, părţile componente nu se pot separa decât prin distrugerea organelor de îmbinare.

Sudarea este o îmbinare nedemontabilă şi se poate realiza prin topire sau prin presiune.

Sudarea prin topire constă în încălzirea pieselor până la topirea zonelor de îmbinat. Se poate face cu sau fără adaus de material. Căldura necesară topirii materialului este realizată cu arc electric sau prin arderea unui gaz în curent de oxigen.

Sudarea prin presiune presupune încălzirea pieselor până la starea păstoasă, după care se aplică asupra lor o presiune mecanică.

Lipirea este o asamblare nedemontabilă a două sau mai multe piese, care presupune adaos de material. Lipirile pot fi metalice sau cu adezivi.

Lipirile metalice pot fi moi, realizate cu aliaje de staniu şi plumb (cositorire) la temperaturi reduse de topire, sau tari, realizate cu aliaje metalice (alamă) care se topesc la temperaturi ridicate.

Nituirea este asamblarea nedemontabilă care se realizează cu ajutorul niturilor.

Nitul este un organ de maşină format din tijă şi un cap (fig. 2.1). În timpul procesului de nituire se formează şi cel de al doilea cap prin deformare la rece sau la cald. Niturile au forme şi dimensiuni diferite, fiind realizate din materiale diferite (oţel, cupru, aluminiu, etc.)

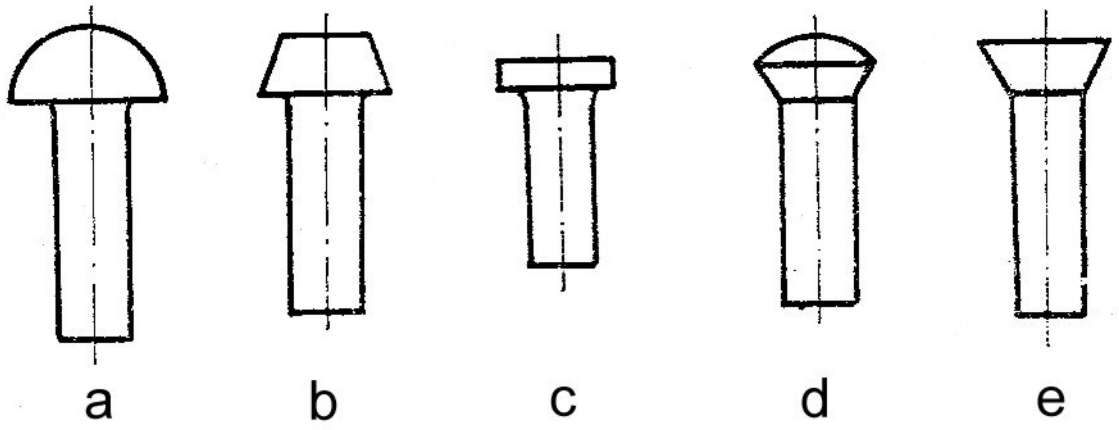


Figura 2.1. Tipuri de nituri: *a – cu cap semirotund; b - cu cap tronconic; c - cu cap plat; d - cu cap semiînecat; e - cu cap înecat.*

Îmbinările prin nituire (fig. 2.2) se pot realiza prin suprapunere sau cap la cap cu ajutorul unor piese ajutătoare numite eclise.

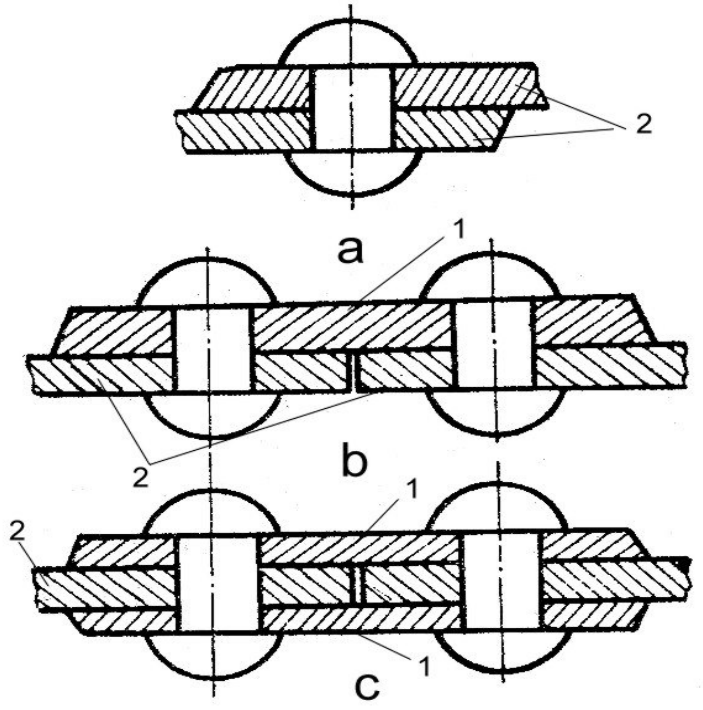


Figura 2.2. Îmbinări prin nituire: *a – prin suprapunere; b – îmbinare cap la cap cu o eclisă; c - îmbinare cap la cap cu două eclise; 1 – eclise, 2 – piese îmbinate.*

2.2.1.2. ***Asamblările demontabile*** se realizează cu pene, şuruburi, caneluri, ştifturi şi prin presare. În cazul acestor asamblări, la demontarea pieselor, organul de îmbinare nu se deteriorează. Se folosesc când îmbinarea se desface periodic cu scopul înlocuirii unor piese sau refacerea unor reglaje.

Penele sunt organe de maşini demontabile care se utilizează pentru solidarizarea roţilor pe arbori sau a arborilor colineari. Clasificarea penelor se poate face după mai multe criterii.

După poziţia faţă de axele longitudinale ale pieselor de asamblat, penele pot fi transversale şi longitudinale.

După formă penele pot fi: cu sau fără călcâi, paralele, concave, disc, etc.

Penele transversale (fig. 2.3) se folosesc pentru îmbinarea a doi arbori (două piese) ale căror axe sunt în prelungire.

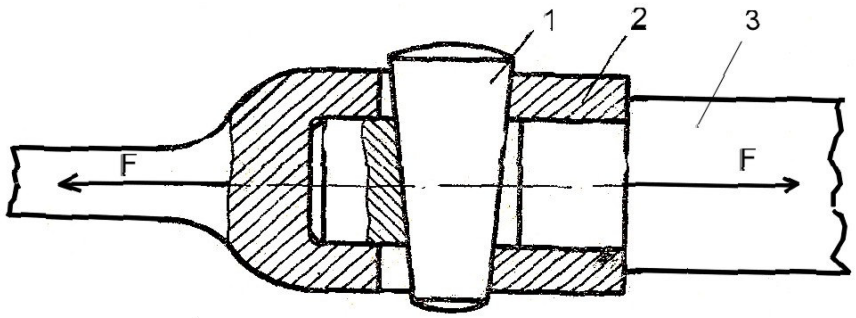


Figura 2.3. Asamblare cu pană transversală. 1 – pană; 2 şi 3 - arbori.

Penele longitudinale (fig. 2.4) se folosesc de regulă, pentru îmbinarea roţilor pe arbori. În secţiune ele pot fi: pătrate, dreptunghiulare, circulare, etc. Locaşul penei poate fi practicat fie numai într-o piesă (roată sau arbore), fie în ambele piese (în butucul roţii şi în arbore).

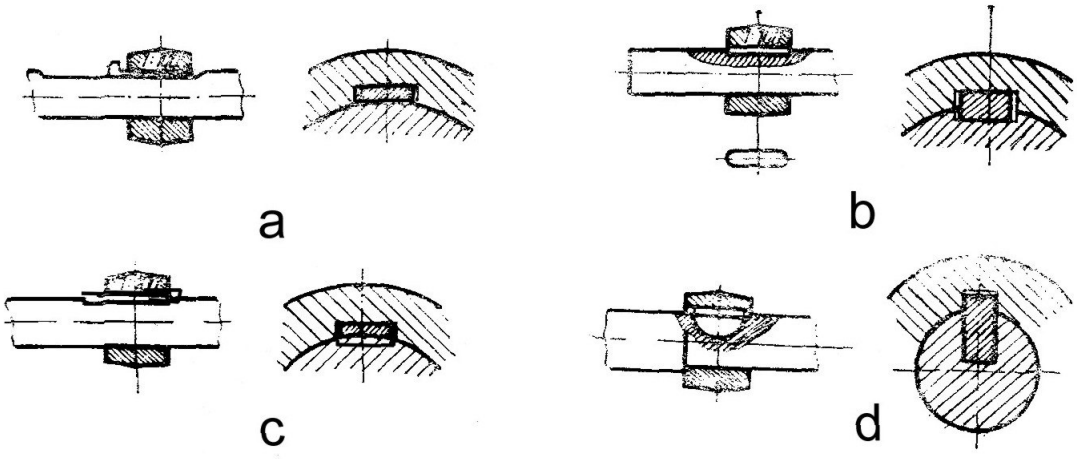


Figura 2.4. Asamblări cu pene longitudinale: a – pană cu călcâi; b – pană înaltă; c – pană fără călcâi; d – pană disc.

Canelurile sunt canale realizate în lungul arborilor – arbori canelaţi, prin care se asamblează cu butucul roţii care este de asemenea canelat. De regulă, astfel de asamblări permit roţilor ca în timpul lucrului să se deplaseze longitudinal pe arbore (cutii de viteze în trepte). Asamblările prin caneluri se pot asimila cu asamblările prin pene longitudinale.

Asamblările cu şuruburi (asamblările filetate) sunt cele mai răspândite asamblări demontabile. Ele pot fi: de fixare, pentru transmiterea şi transformarea mişcării, pentru măsurare, pentru reglaj, etc.

Părţile componente ale unei îmbinări cu şuruburi (fig. 2.5) sunt: *şurubul, sistemul împotriva autodeşurubării, piuliţa.*

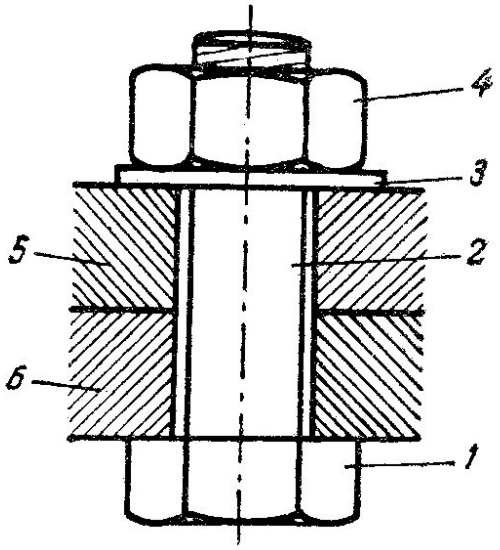


Figura 2.5. Asamblare prin şurub şi piuliţă: *1 – capul şurubului; 2 – corpul şurubului; 3 – şaibă plată; 4 – piuliţă; 5 şi 6 – piese asamblate*.

Şuruburile (fig.2.6) sunt organe de maşini pentru asamblări demontabile care servesc la realizarea asamblărilor demontabile. Părţile componente ale unui şurub sunt: cap, tijă sau corp şi filet.

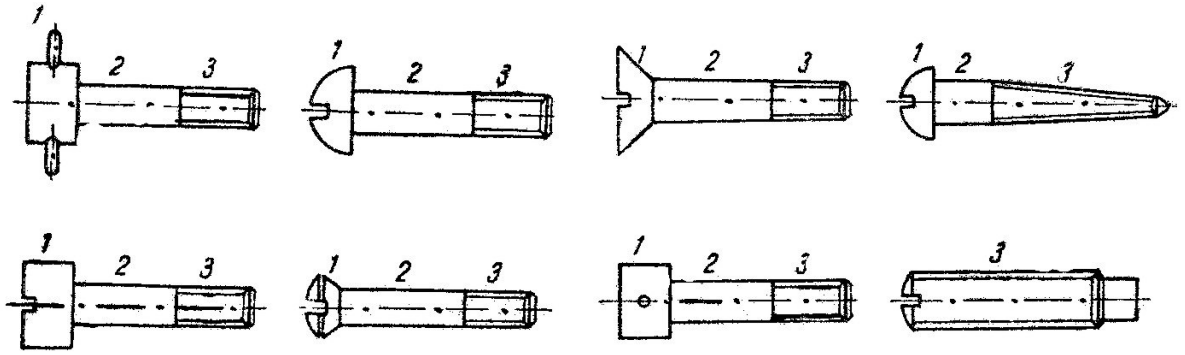


Figura 2.6. Şuruburi: *1 – cap; 2 – corp (tijă); 3 – filet*.

Principalul element al unui şurub este filetul, care este un canal elicoidal de un anumit profil, executat pe o suprafaţă cilindrică sau conică. El se caracterizează prin pas, diametru şi profil.

Pasul reprezintă distanţa măsurată pe generatoarea cilindrului pe care o parcurge un punct de pe canal la o rotaţie completă a şurubului. După valorile pasului şuruburile pot fi cu pas mare, cu pas mic sau cu pas normal.

Profilul poate avea formă triunghiulară, dreptunghiulară, pătrată, dinte de ferăstrău, trapezoidal, semirotund (Edison).

Pentru şuruburile destinate asamblărilor se foloseşte, de regulă, profilul triunghiular. Pentru şuruburile destinate transmiterii şi transformării mişcării şi forţei, se foloseşte profilul dinte de ferăstrău, dreptunghiular, pătrat, etc.

După forma capului, şuruburile pot fi: cu cap hexagonal, pătrat, circular, bombat, înecat, fluture, striat.

Piuliţa reprezintă partea de închidere a îmbinării cu şurub. Forma piuliţelor este variată (fig.2.7). La o piuliţă deosebim o gaură filetată, care trebuie să aibă acelaşi diametru, pas şi profil cu şurubul.

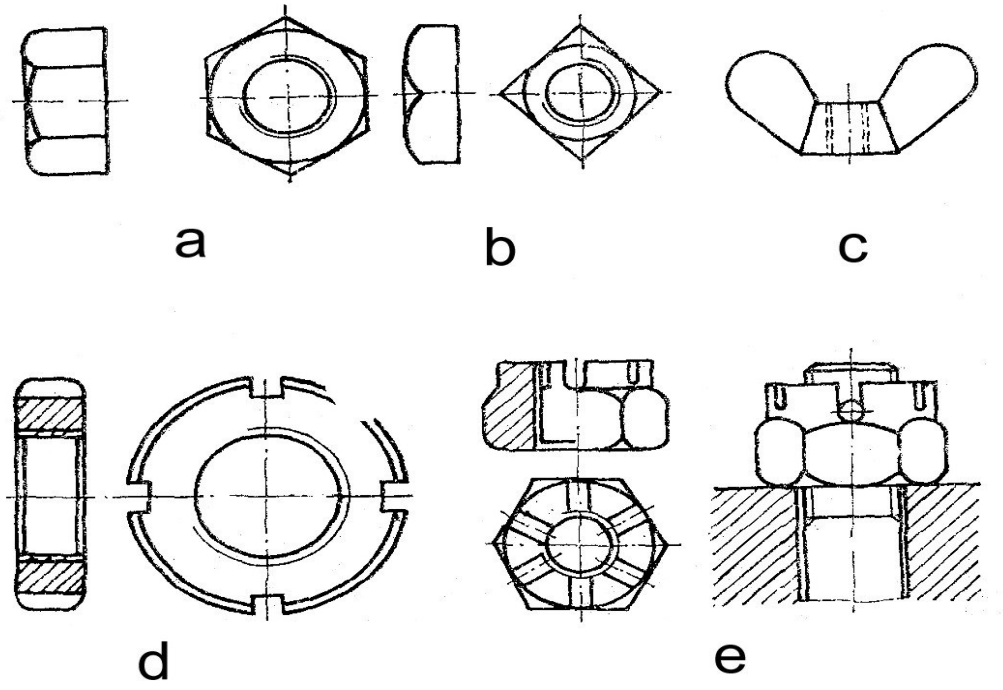


Figura 2.7. Tipuri de piuliţe: *a – hexagonală; b – pătrată; c – fluture; d – cu caneluri; e – crenelată*.

Sistemul de asigurare împotriva autodeşurubării împiedică asamblările filetate să se autodesfacă în timpul exploatării unei maşini din cauza vibraţiilor. Se poate realiza cu: contrapiuliţă, şaibă elastică, şaibă elastică stelată, piuliţe crenelate şi şplinturi, cu plăci metalice îndoite (fig.2.8).

Asamblarea prin presare se poate aplica pieselor la rece sau la cald. Asamblarea se realizează datorită strângerii care ia naştere între două piese

conjugate. Astfel se asamblează coroana dinţată pe volanta motoarelor termice, rulmenţii pe fusurile paliere ale arborilor, etc.

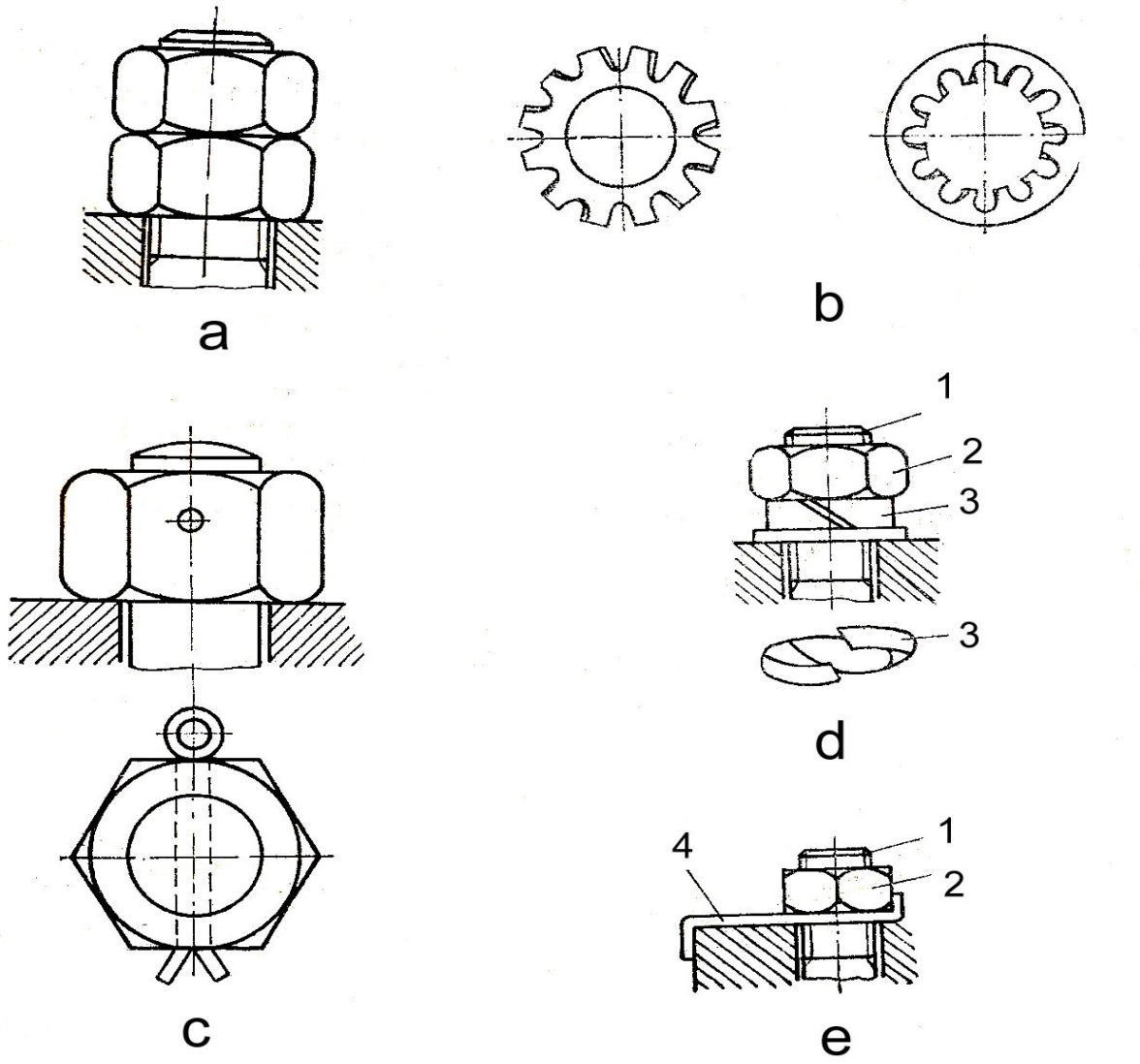


Figura 2.8. Asigurarea piuliţelor împotriva autodeşurubării: a – prin contrapiuliţă; *b – cu şaibe elastice stelate; c – cu piuliţă crenelată şi şplint; d – cu şaibă elastică (Grover); e – cu placă metalică îndoită: 1 – tija şurubului; 2 – piuliţa; 3 – şaibă elastică spintecată; 4 – placă metalică îndoită*.

2.2.1.3. Asamblările elastice se realizează cu ajutorul arcurilor, care sunt elemente elastice. Clasificarea arcurilor se poate face după forma constructivă şi după felul cum sunt solicitate.

După formă (fig. 2.9) arcurile pot fi: lamelare, elicoidale cilindrice sau tronconice, spiralate, disc, bare de torsiune.

După felul solicitării arcurile pot fi: de compresiune, de tracţiune, de torsiune şi de încovoiere.

Materialele din care pot fi executate arcurile sunt foarte variate: oţel, metale neferoase, materiale nemetalice, etc.

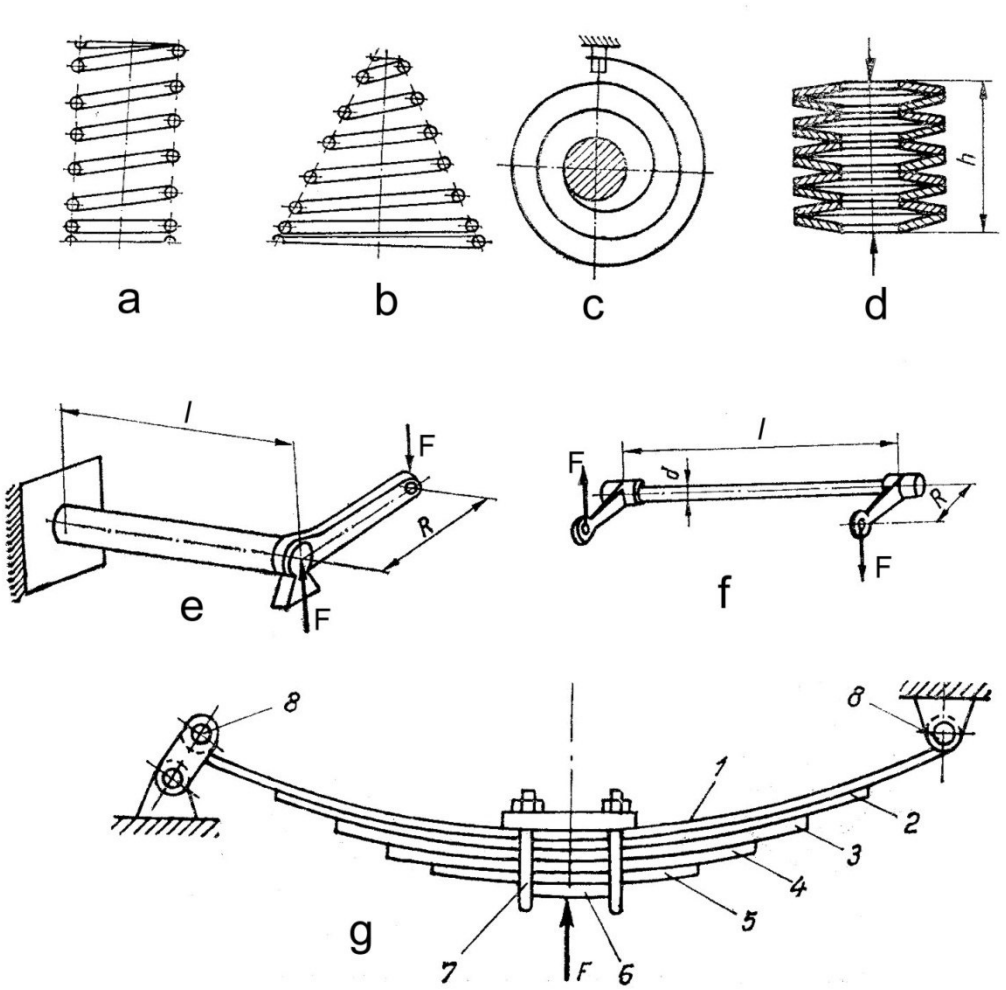


Figura 2.9. Tipuri de arcuri: *a – arc elicoidal cilindric; b – arc elicoidal conic; c – arc spiralat; d – arcuri disc; e – arc bară de torsiune cu un singur braţ; f – bară de torsiune cu două braţe; g – arc lamelar (cu foi)*: *1 – foaia principală de arc; 2 – 2,3,4,5,6 – foi de arc 7 – bridă de prindere; 8 – puncte de prindere; F – forţa de solicitare*.

Arcurile lamelare (fig. 2.9.g) sunt realizate din una sau mai multe lamele de oţel, suprapuse şi solidarizate cu brăţări sau şuruburi. Foaia principală are lungimea maximă şi poate avea la extremităţi ochiuri de prindere. Se folosesc de regulă la autovehicule şi remorci.

Arcurile elicoidale (fig. 2.9. a şi b) sunt realizate din sârmă de oţel de grosimi şi forme diferite înfăşurate elicoidal pe o suprafaţă directoare cilindrică sau conică. Solicitările la care sunt supuse pot fi de compresiune, de tracţiune sau de torsiune. Se folosesc la supape, ambreiaje, frâne, pompe de injecţie, etc.

Arcurile spiralate (fig.2.9.c) se folosesc la aparatură de măsură şi control şi sunt realizate din sârmă sau bandă de oţel.

Arcurile bară de torsiune (fig.2.9. e şi f) sunt realizate din bare de oţel cu secţiune constantă pe toată lungimea. Sunt prevăzute cu unul sau două braţe. Se folosesc la suspensia autovehiculelor, dinamometre, instalaţii de încercare, etc.

Arcurile disc (fig. 2.9.d) sunt constituite din discuri tronconice, suprapuse. Astfel de arcuri se folosesc în construcţia cuplajelor de fricţiune.

Verificarea cunoştinţelor

1. Care sunt procedeele tehnice de efectuare a asamblărilor nedemontabile?
2. Care sunt părţile componente ale unui şurub?
3. Prin ce elemente se caracterizează un filet?
4. Enumeraţi tipurile de arcuri utilizate la asamblările elastice.
5. În ce scop se folosesc siguranţele elastice?
6. Ce rol are piuliţa crenelată şi ştiftul la asamblările filetate?
7. Care sunt elementele constitutive ale arcurilor lamelare?

2.2.2. Organe de maşini ale mişcării de rotaţie

Organele de maşini ale mişcării de rotaţie au rolul de a asigura mişcarea de rotaţie şi sunt reprezentate prin: *osii (axe), arbori, lagăre.*

2.2.2.1. Osiile sunt organe de maşini care susţin alte organe în rotaţie (roţile vehiculelor), fără ca ele să transmită momente de torsiune. Osiile pot fi fixe (se învârt numai roţile pe ele), sau mobile, când sunt solidarizate cu roţile şi se rotesc împreună. Osiile se mai numesc şi axe.

2.2.2.2. Arborii sunt organe de maşini pe care sunt fixate roţi de transmisie, cuplaje, came, etc. şi care sunt supuse îndeosebi la torsiune (primesc şi transmit momente de torsiune) şi încovoiere.

După forma constructivă (fig. 2.10), se pot clasifica în: *arbori drepţi, arbori cotiţi, arbori flexibili şi arbori articulaţi.*

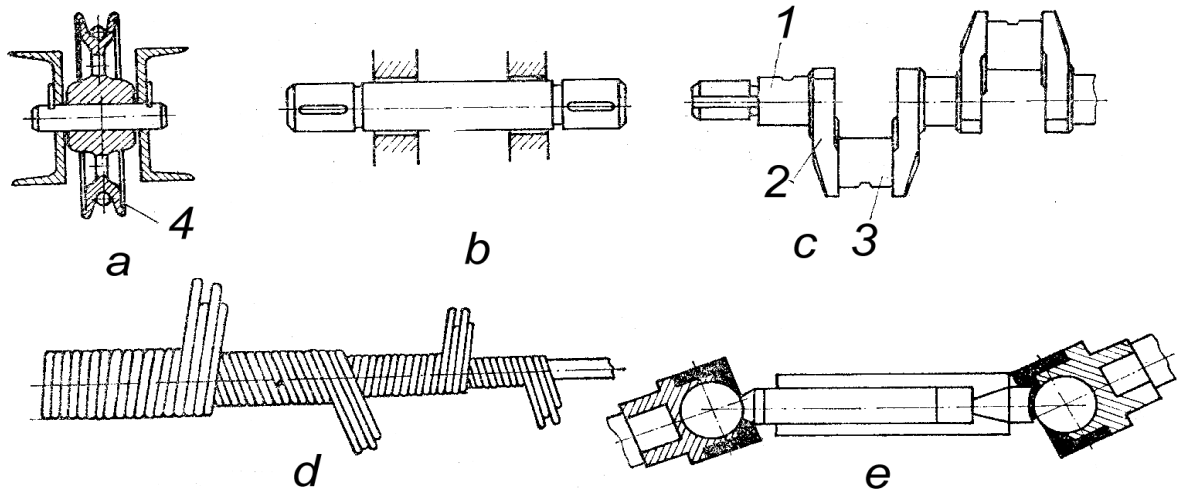


Figura 2.10. Osii şi arbori: *a – osie; b – arbore drept; c – arbore cotit; d – arbore flexibil; e – arbore articulat:1 – fus palier; 2 – manivelă; 3 – fus maneton; 4 – rolă.*

După poziţie arborii se clasifică în:*orizontali, verticali, înclinaţi*.

După modul de primire şi transmitere a mişcării se clasifică în: *arbori motori (conducători, care transmit mişcarea), arbori conduşi (care primesc mişcarea), arbori principali (primari), arbori secundari şi arbori intermediari.*

Un arbore este alcătuit în principal din: corpul arborelui, fusurile şi zonele de fixare (calare) a organelor de mişcare.

Corpul arborelui serveşte exclusiv pentru transmiterea puterii.

Fusurile paliere sunt acele părţi cu care arborele se sprijină în lagăre şi sunt bine prelucrate. Fusurile arborilor verticali se numesc pivoţi.

Fusurile manetoane sunt prezente la arborii cotiţi, pe ele se prind bielele prin intermediul capului mare.

Arborii se execută prin forjare, laminare sau turnare şi sunt confecţionaţi din oţel-carbon de calitate sau fontă cu grafit nodular. Pentru a asigura rezistenţa la uzură, fusurile arborilor sunt tratate termic şi termochimic.

2.2.2.3. Lagărele sunt organe de maşini care susţin arborii sau osiile prin intermediul fusurilor. După felul forţelor de frecare care iau naştere în timpul funcţionării, ele se clasifică în: lagăre cu alunecare şi lagăre cu rostogolire. După direcţia forţelor principale care acţionează asupra lor, lagărele pot fi: radiale, axiale şi radial-axiale.

Lagărele cu alunecare (au suprafaţa interioară în contact cu fusurile arborilor şi permite realizarea mişcării de translaţie, rotaţie sau oscilaţie. Ele pot fi lagăre simple, sau lagăre complexe

Lagărele simple pot fi realizate sub forma unui alezaj (orificiu) prevăzut cu un canal de ungere, care reprezintă cel mai simplu lagăr cu alunecare, sau când se urmăreşte o funcţionare mai bună, se utilizează bucşe din bronz sau alamă (fig. 2.11.a, b),

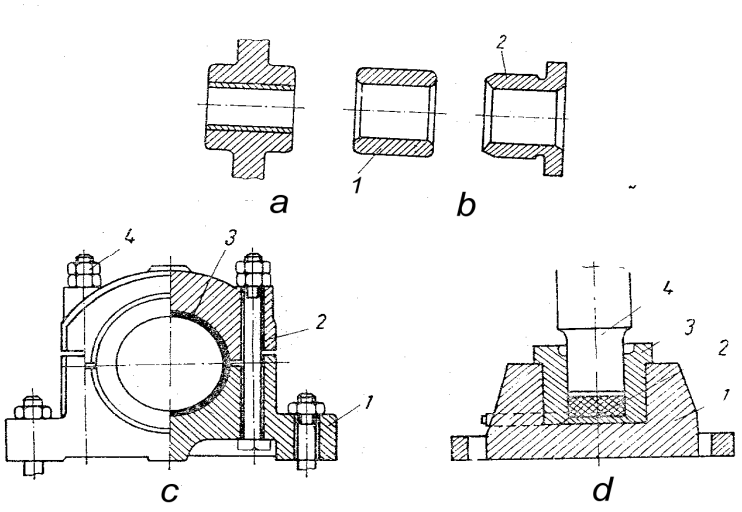


Figura 2.11. Tipuri de lagăre cu alunecare: *a – lagăr cu bucşe; b_1 – bucşe fără guler; b_2 – bucşe cu guler; c – lagăr complex: 1 – corp; 2 – capac; 3 – cuzineţi; 4 – şuruburi de fixare; d – lagăr pentru fus vertical: 1 – corp; 2 – placă de glisare; 3 – cuzinet; 4 - pivot.*

Lagărele complexe (fig. 2.11.c) sunt alcătuite din corp, capac şi cuzineţi. Cuzineţii sunt reprezentaţi prin două jumătăţi de bucşe realizate din oţel căptuşite la interior cu material antifricţiune. Sunt prevăzute cu canale de ungere.

Lagărele cu alunecare, axiale, folosite pentru fusuri verticale (pivoţi) sunt denumite crapodine (fig. 2.11.d).

O atenţie deosebită trebuie acordată modului de ungere a lagărelor cu alunecare, astfel încât să se asigure în permanenţă o peliculă continuă de lubrifiant.

Lagărele de rostogolire numite şi rulmenţi sunt constituite în general din două inele concentrice (fig.2.12. a, c) sau paralele având între ele ghidat corpuri de rostogolire (bile, role, ace) de formă sferică, cilindrică, tronconică, butoiaş, cilindrică-alungită (ace), dispuse pe unul sau două rânduri. Prezintă o serie de avantaje: rezistenţa la uzură mai mică, uzura fusului practic inexistentă, înlocuire uşoară.

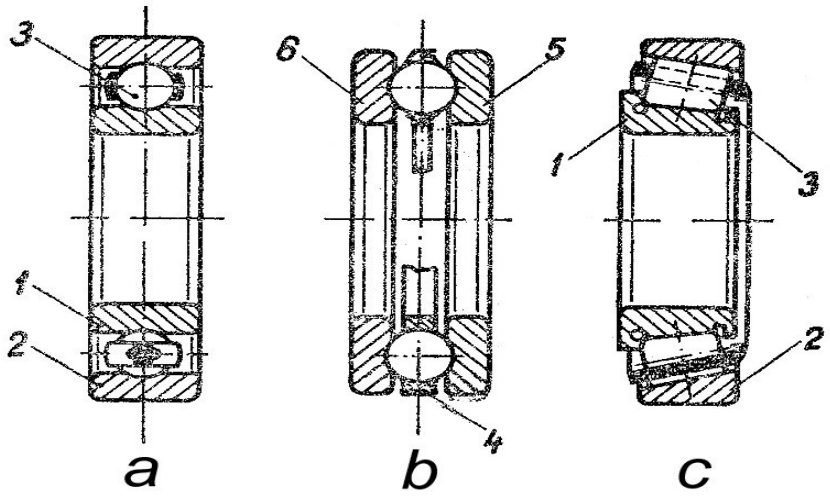


Figura 2.12. Lagăre cu rostogolire (rulmenţi): *a şi c – rulmenţi radiali; b – rulment axial: 1 – inel interior; 2 – inel exterior; 3 – corpuri de rulare; 4 – colivie de ghidaj a corpurilor de rostogolire; 5 şi 6 – inele paralele.*

2.2.2.4. Cuplajele sunt organe de maşini prin care se realizează legătura permanentă sau intermitentă între doi arbori situaţi unul în prelungirea celuilalt cu scopul transmiterii mişcării de rotaţie şi a momentului de torsiune.

După caracterul legăturii dintre arbori, cuplajele se clasifică în: cuplaje permanente şi cuplaje intermitente (legătura dintre arbori poate fi stabilită sau întreruptă printr-o comandă exterioară). Cuplajele permanente la rândul lor pot fi fixe sau mobile.

Cuplajele permanente fixe (fig.2.13) pot fi realizate sub formă de manşon sau sub formă de flanşe sau discuri.

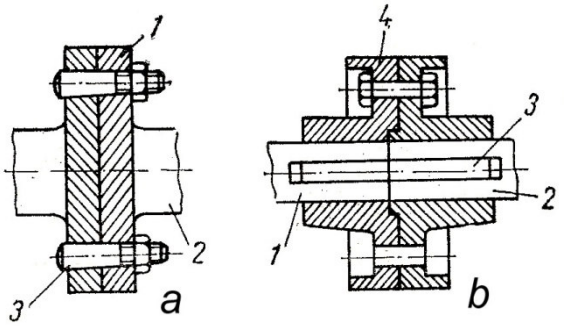


Figura 2.13. Cuplaje permanente fixe: a – cu flanşe: 1 – flanşe; 2 – arbori; 3 - şuruburi; b – cu discuri: 1 şi

2 – arbori; 3 – pană; 4 – discuri.

Cuplajele permanente mobile (fig.2.14) pot fi realizate cu elemente intermediare rigide sau elastice şi permit arborilor abateri de la coaxialitate.

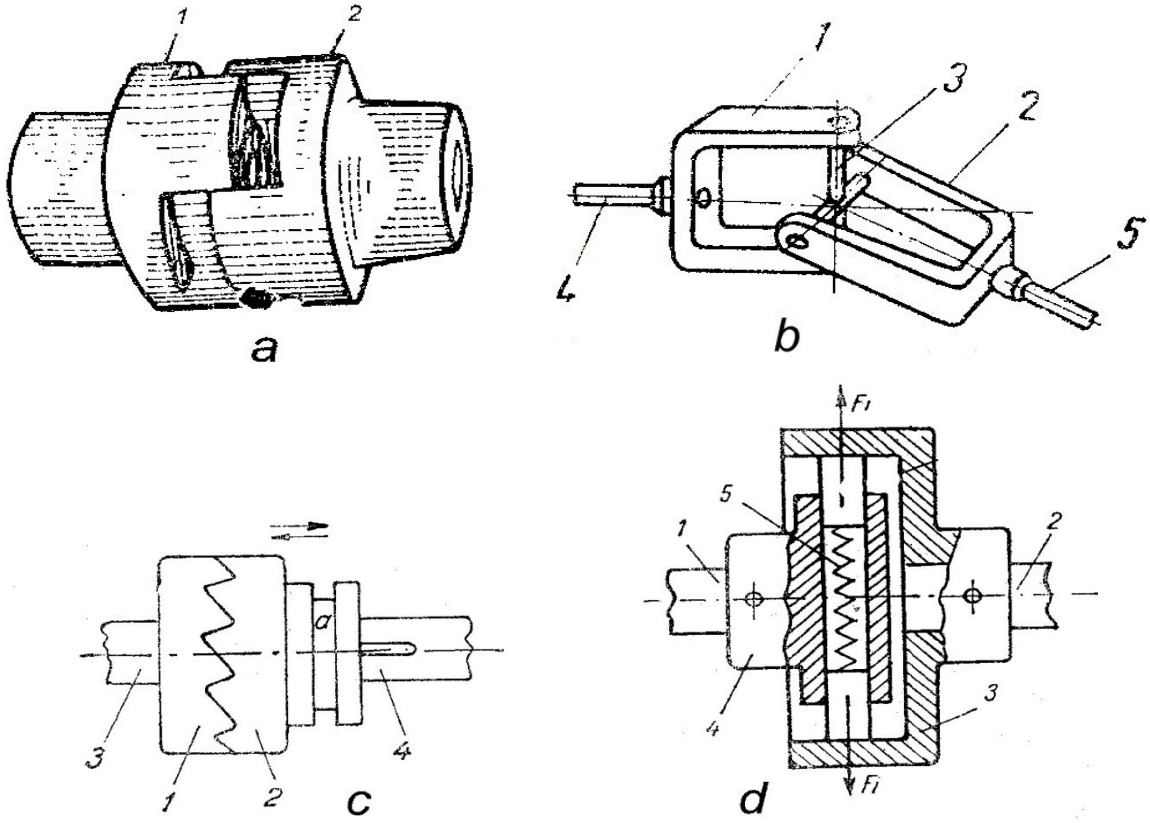


Figura 2. 14. Cuplaje mobile: **a** – cu gheare: 1, 2 – gheare dispuse în cruce; **b** – cardanic: 1, 2 – furci cardanice; 3 – cruce cardanică; 4, 5 – arbori; **c** – cu manşoane cu dantură frontală: 1, 2 – manşoane cu dinţi; *a* – canal pentru furcă de cuplare; 3 – partea conducătoare; 4 – partea condusă; **d** – centrifugal: 1 – arbore conducător; 2 – arbore condus; 3 – manşon exterior; 4 – manşon interior; 5 – arc; m – masă în mişcare; F_i – forţa de inerţie; **e, f** – unidirecţional cu role: 1 – disc; 2 – manşon; 3 – rolă; 4 – ştift; 5 – arc.

Cuplajele intermitente permit stabilirea sau întreruperea legăturii dintre arbori sub sarcină sau în mers. Ele pot fi rigide când nu permit rotirea relativă a arborilor şi de fricţiune, când permit rotirea relativă a arborilor.

Cuplajele intermitente rigide pot fi realizate cu gheare, la care cuplarea se realizează numai în repaus, cu bolţuri, cu pană mobilă.

Cuplajele intermitente de fricţiune numite şi ambreiaje pot fi comandate din exterior şi permit cuplarea şi decuplarea în mers şi în repaus şi sunt realizate cu discuri plane, conice, cilindrice, sau comanda automată, când turaţia arborelui atinge o anumită valoare, ambreiaje automate care pot fi centrifugale (fig. 2.14. d) sau unidirecţionale (fig. 2.14. e, f).

Verificarea cunoştinţelor

1. Prin ce se diferenţiază arborii şi osii?
2. Clasificaţi arborii după forma constructivă.
3. Ce rol au fusurile paliere ale arborilor?
4. Care sunt diferenţele dintre lagărele cu alunecare şi cele cu rostogolire?
5. Ce sunt cuplajele?

2.2.3. Organe pentru transmiterea şi transformarea mişcării de rotaţie

2.2.3.1. Transmisiile cu roţi de fricţiune se folosesc pentru transmiterea de puteri mici între arbori apropiaţi. Mişcarea de rotaţie se transmite de la roata conducătoare la cea condusă, datorită forţei de frecare care ia naştere la contactul dintre roţi. Roţile de fricţiune pot fi cilindrice sau conice (fig. 2.15). Cu ajutorul roţilor de fricţiune se pot realiza şi variatoare de viteză.

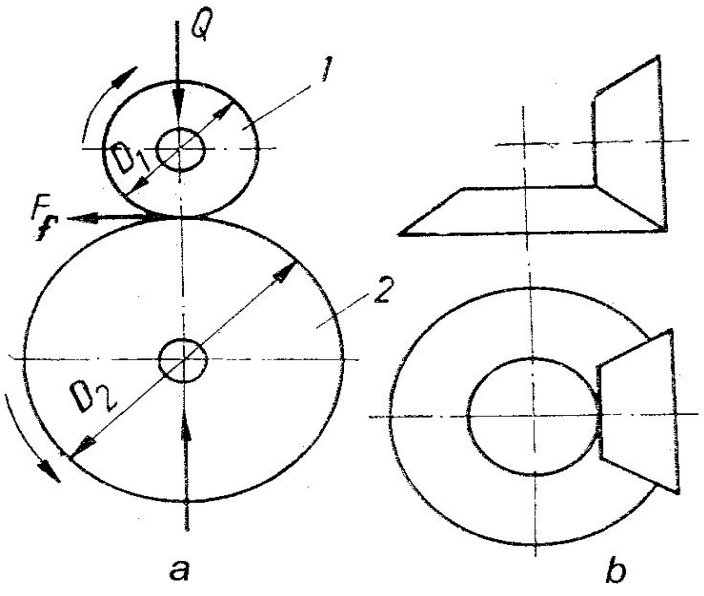


Figura 2.15. Roţi de fricţiune: *a – cilindrice: 1 – roată conducătoare; 2 – roată condusă; b – conice.*

În cazul transmiterii mişcării fără alunecare, raportul de transmitere a mişcării este dat de relaţia:

$$i = \frac{n1}{n2} = \frac{D2}{D1} \qquad (2.1)$$

în care: *i* – raportul de transmitere; n1 şi n2 – turaţiile roţilor; D1 şi D2 – diametrele celor două roţi.

2.2.3.1. Transmisiile cu roţi dinţate (angrenajele) (fig. 2.16) sunt mecanisme formate din cel puţin două roţi dinţate angrenate (dinţii se întrepătrund),

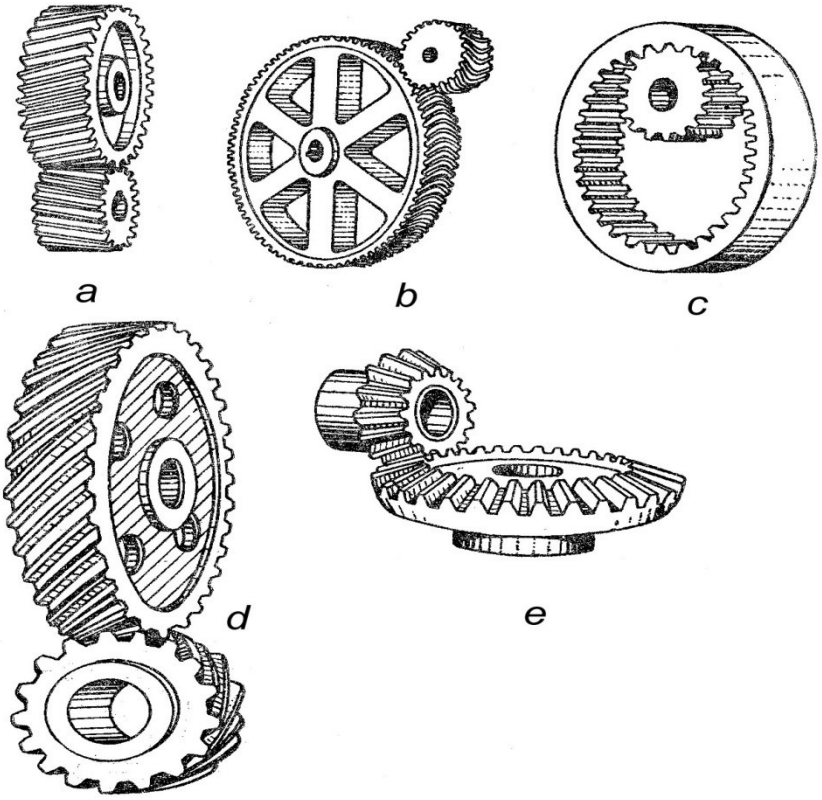


Figura 2.16. Tipuri de angrenaje: *a - cu roţi dinţate cilindrice cu dinţi înclinaţi; b - cu roţi dinţate cilindrice cu dinţi în V; c – interior, cu roţi dinţate cilindrice cu dinţi drepţi; d - cu roţi dinţate cilindrice cu dinţi elicoidali; e - cu roţi dinţate conice cu dinţi drepţi.*

care se folosesc pentru transmitere mişcării între doi arbori apropiaţi, cu precizie. Se transmit forţe şi turaţii de la valori mici la valori mari. Ele pot fi alcătuite din roţi dinţate cilindrice, conice, elicoidale, cu dantură dreaptă, înclinată, în V sau curbată.

Elementele geometrice ale unei roţi dinţate (fig.2.17) sunt*: diametrul interior* ***Di****, diametrul exterior* ***De****, diametrul de divizare (rostogolire)* ***Dr****, profilul dintelui, pasul danturii* ***p****, modulul* ***m****, numărul de dinţi* ***Z****.*

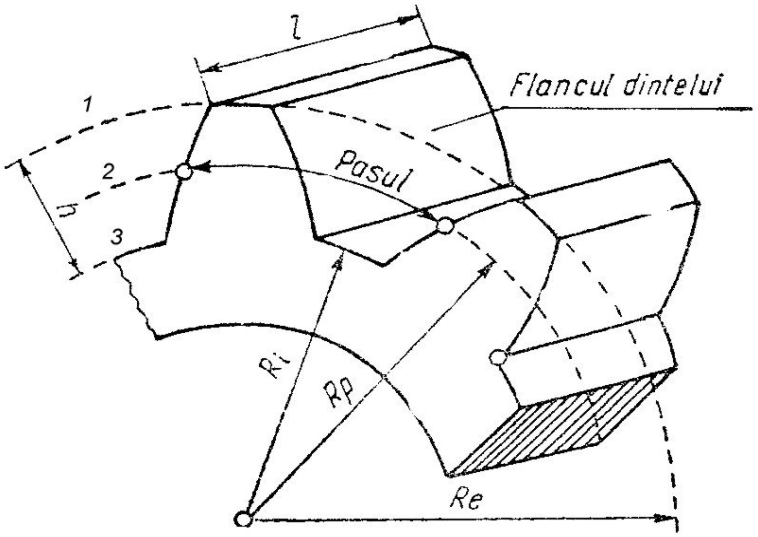


Figura 2.17. Elementele unei roţi dinţate: Ri – raza cercului interior; Rp – raza cercului de divizare; Re – raza cercului exterior; h – înălţimea

dintelui; l – lăţimea dintelui; 1 – cercul exterior; 2 – cercul de divizare; 3 – cercul interior.

Pentru ca două roţi dinţate să se poată angrena trebuie să aibă aceleaşi elemente constructive (pas, profil, modul, dispunerea dinţilor).

Pasul dinţilor ***p*** reprezintă unul din elementele de bază ale danturii şi reprezintă distanţa dintre un plin (dinte) şi un gol măsurată pe cercul de divizare. Se exprimă prin relaţia:

$$p = \frac{\pi \cdot Dr}{Z} \text{ [mm]} \qquad (2.2)$$

în care: Dr – diametrul de divizare; Z – numărul de dinţi.

Modulul ***m*** este un alt parametru de bază al angrenajului şi este definit ca fiind raportul dintre diametrul cercului de divizare Dr şi numărul de dinţi al roţii Z.

$$m = \frac{Dr}{Z} \qquad (2.3)$$

Înlocuind pe m în relaţia 2.2, pasul p devine:

$$p = \pi m \qquad (2.4)$$

Toate roţile dintr-un angrenaj au acelaşi pas şi modul.

Raportul de transmitere a mişcării ***i*** este dat de relaţia:

$$i = \frac{n1}{n2} = \frac{Dr2}{Dr1} = \frac{Z2}{Z1} \qquad (2.5)$$

Transmisiile prin curele se bazează pe frecarea dintre cure şi roţile pe care le înconjoară. După forma secţiunii curelele pot fi: late, trapezoidale, rotunde, profilate, etc. (fig.2.18).

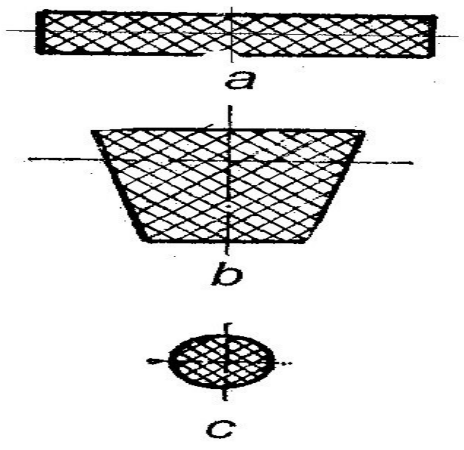


Figura 2.18. Forme ale secţiunii curelei: *a –dreptunghiulară; b – trapezoidală; c – rotundă*.

Curelele pentru transmisii pot fi realizate din piele tehnică, materiale textile cauciucate, materiale plastice, etc.

Transmisiile prin curele sunt silenţioase, transmit mişcarea la distanţe variate între arbori şi protejează mecanismele la suprasolicitări prin patinarea curelei. Nu sunt indicate pentru transmitere de forţe mari. Mişcarea nu se transmite cu precizie datorită patinării.

Elementele de calcul privind raportul de transmitere sunt asemănătoare cu cele ale roţilor de fricţiune, adică:

$$i = \frac{n1}{n2} = \frac{D2}{D1} \qquad (2.6)$$

Transmisiile prin curele pot fi realizate cu ramuri deschise, cu ramuri încrucişate, cu ramuri semiîncrucişate, cu roţi multiple, etc. (fig.2.19).

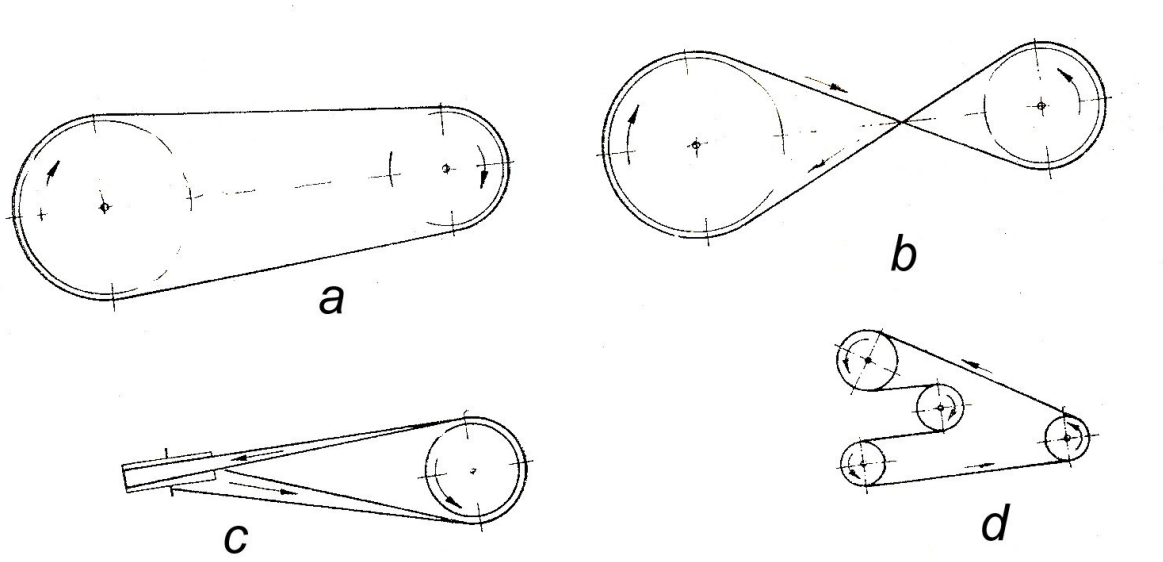


Figura 2.19. Transmisii prin curele: *a – cu ramuri deschise; b – cu ramuri încrucişate; c – cu ramuri semiîncrucişate; d – cu roţi multiple.*

Curelele profilate reprezintă un caz particular, mişcarea se transmite între arbori cu precizie, datorită angrenării profilelor curelei cu cele ale roţilor de curea.

Transmisiile prin lanţuri se folosesc în construcţia utilajelor horticole pentru transmiterea mişcării fără patinare (cu precizie) şi fără schimbarea sensului de rotaţie.

O transmisie cu lanţ presupune existenţa a cel puţin două roţi de lanţ şi un lanţ, care poate fi: cu zale articulate, cu eclise articulate şi speciale (fig.2.20). Din categoria lanţurilor speciale fac parte şi lanţurile agricole (fig.2.20. b şi d).

Cablurile sunt organe de maşini care se folosesc în special la tracţiune. Un cablu este realizat din mai multe toroane din fire de oţel, răsucite pe un fir de oţel sau o funie de cânepă ce constituie inima cablului (fig.2.20. e).

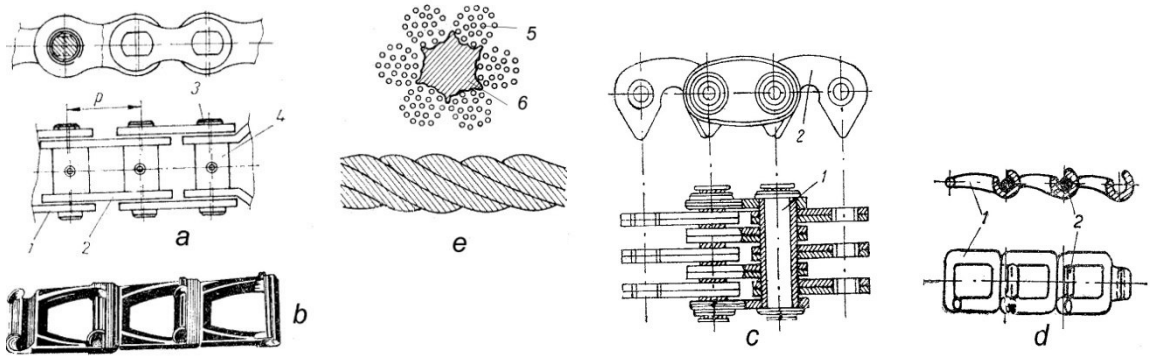


Figura 2.20. Forme de lanţ şi cablu: *a – cu eclise: 1 şi 2 eclise; 3 – bolţuri; 4 – bucşe; p – pasul lanţului; b şi d – lanţuri agricole: 1 – za de lanţ; 2 – partea de uzură a lanţului; c – cu eclise multiple; e – cabluri: 5 – toroane; 6 - inimă.*

Verificarea cunoştinţelor

1. Care sunt diferenţele între transmisiile cu roţi de fricţiune şi cele cu roţi dinţate?
2. Ce raport trebuie să existe între diametrele a două roţi de fricţiune pentru transmiterea unei turaţii la arborele condus de două ori mai mare?
   R: $\frac{d2}{d1} = \frac{1}{2}$
3. Câţi dinţi trebuie să aibă o roată dinţată de pe arborele condus dacă cea de pe arborele conducător are 36 dinţi, iar raportul de transmitere este de ¾? R: 27
4. Care sunt diferenţele dintre o transmisie prin lanţ şi una prin curea?

2.2.4. Organe pentru ungere

Ungerea organelor de maşini aflate în mişcare are ca scop reducerea uzurii pieselor şi reducerea pierderilor energetice prin frecare. Prin ungere se asigură o peliculă de lubrifiant între suprafeţele aflate în frecare.

Lubrifianţii folosiţi la ungerea lagărelor pot fi lichizi (uleiuri) sau solizi (vaseline). Alegerea dispozitivelor şi a metodei de ungere depinde de caracteristicile constructive şi funcţionale ale maşinii, de încărcarea maşinii, felul lubrifiantului, condiţii de mediu, etc.

Ungerea cu ulei a pieselor se poate face în două moduri: individual şi centralizat. Ungerea individuală se poate realiza prin picurare (fig. 2.21. a) cu ajutorul ungătoarelor cu fitil, prin introducere periodică de ulei, etc. Ungerea

centralizată se realizează prin circulaţia uleiului reţinut într-un rezervor cu ajutorul unei pompe.

Pentru introducerea unsorilor consistente în zonele de ungere se folosesc dispozitive numite gresoare care pot fi cu bilă sau cu pâlnie (fig. 2. 21. b şi c).

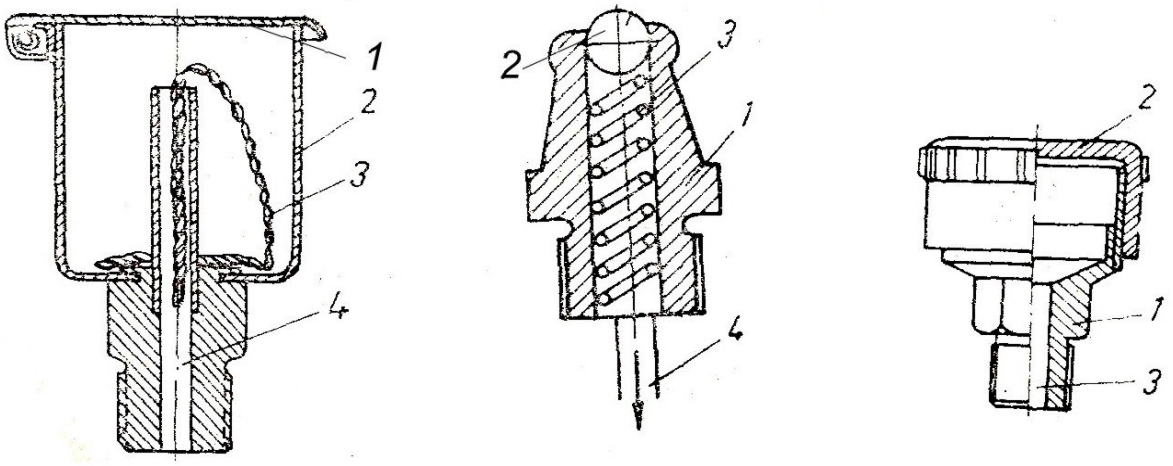


Figura 2.21. Ungătoare: ***a*** *– ungător cu fitil pentru ulei;* ***b*** *– ungător cu bilă pentru vaselină: 1 – corp; 2 – bilă; 3 – arc; 4 - canal;* ***c*** *– ungător cu pâlnie pentru vaselină: 1 – corp; 2 – capac; 3 – canal.*

2.3. Mecanisme utilizate la tractoare şi maşini horticole

Mecanismul reprezintă un ansamblu de organe de maşini legate mobil între ele cu scopul de a transmite şi a transforma o mişcare dată într-o mişcare necesară.

Principalele mecanisme utilizate la utilajele horticole sunt: mecanismul bielă-manivelă; mecanismul cu excentric; mecanismul cu camă; mecanismul cu şurub şi piuliţă; mecanismul cu şurub şi roată melcată; mecanismul cu cremalieră; mecanismul cu clichet; mecanismele cu fluide.

Mecanismul bielă-manivelă (fig.2.22) are o largă utilizare în practică şi are rolul de a transforma mişcarea de rotaţie în mişcare rectilinie alternativă şi invers. Acest tip de mecanism se foloseşte la motoarele cu ardere internă, la pompele cu piston etc.

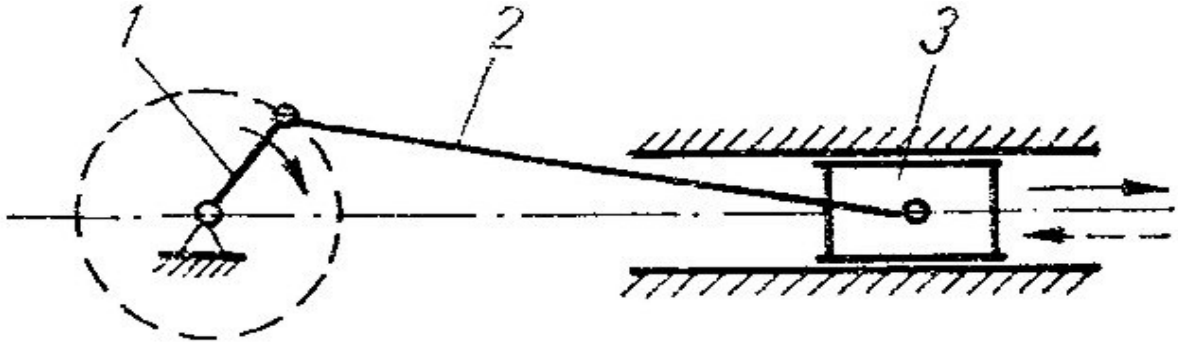


Figura 2.22. Mecanismul bielă-manivelă: 1 – manivelă; 2 – bielă; 3 – piston.

Mecanismul cu excentric (fig.2.23) transformă mişcarea de rotaţie în mişcare de translaţie alternativă. Se foloseşte la acţionarea aparatului de tăiere al cositorilor, la batiul sitelor maşinilor de condiţionat etc.

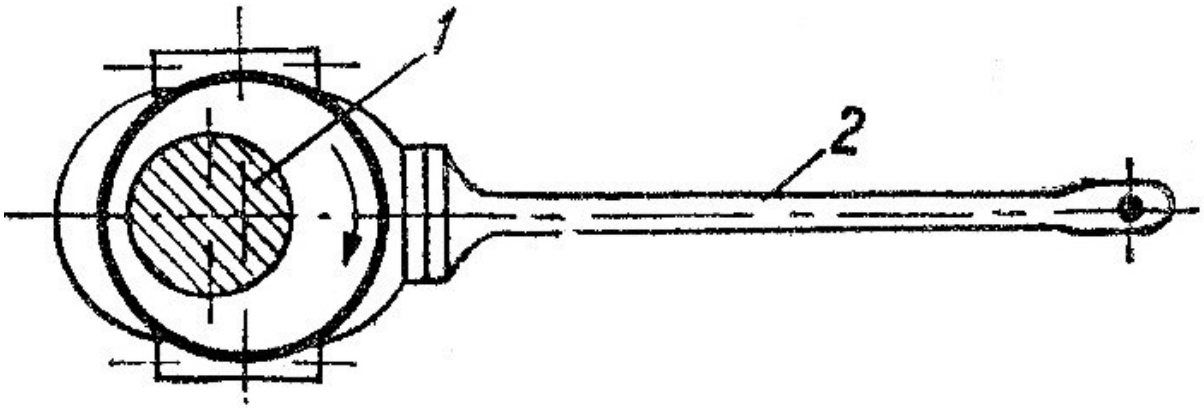
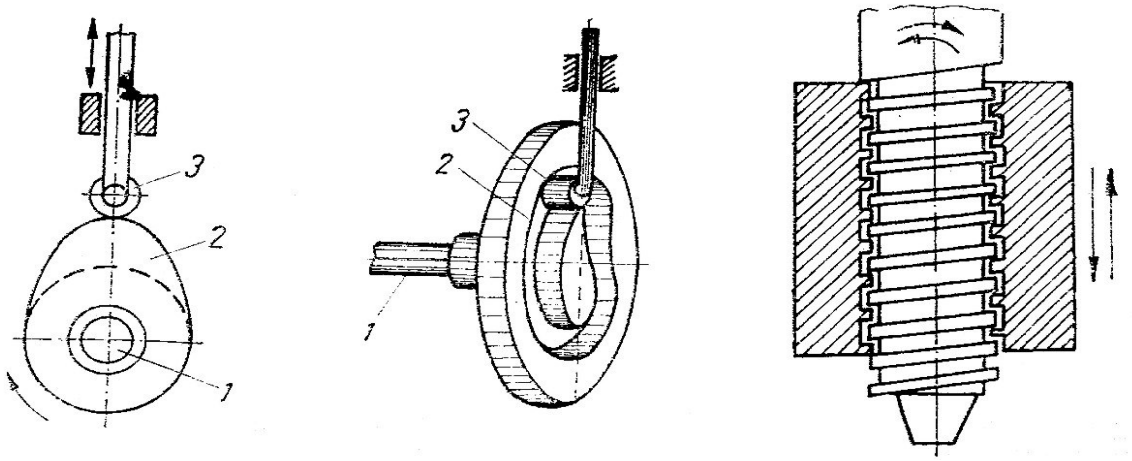


Figura 2.23. Mecanism cu excentric: *1 – excentric; 2 - bielă*.

Mecanismul cu camă (fig.2.24. a şi b) transformă mişcarea de rotaţie continuă în mişcare de translaţie. Mecanismul este ireversibil. Are în componenţă o camă montată pe un arbore şi un tachet împingător. Se foloseşte la o serie de maşini şi la mecanismul de distribuţie al motoarelor termice.



a **b** **c**

Figura 2.24. Mecanisme: *a şi b – cu excentric: 1 – arbore; 2 – camă; 3 – tachet; c – cu şurub şi piuliţă.*

Mecanismul cu şurub şi piuliţă (fig.2.25. c) transformă mişcarea de rotaţie în mişcare de translaţie. Este ireversibil. Este compus dintr-o piuliţă şi un şurub. Se foloseşte la mecanismul de reglare a adâncimii de lucru a plugului, la prese de vinificaţie etc. Este un mecanism simplu.

*Mecanismul cu roată melcată şi şurub fără sfârşit (*fig.2.26) se foloseşte pentru transmiterea mişcării între doi arbori perpendiculari şi neconcurenţi, realizându-se un mare raport de demultiplicare. Este format dintr-o roată dinţată melcată angrenată cu un şurub fără sfârşit.

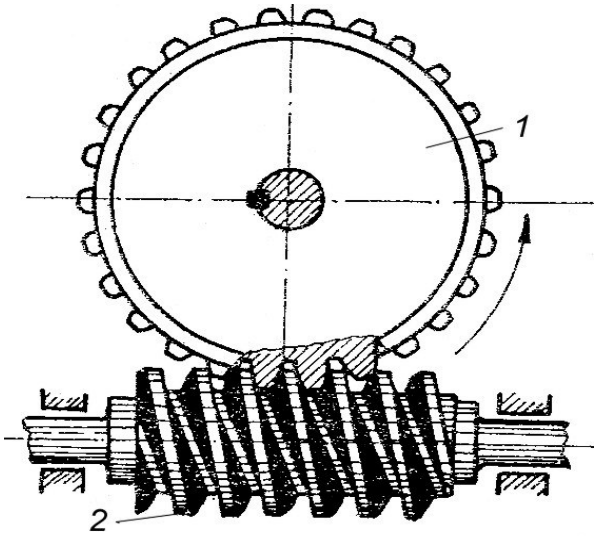


Figura 2.26. Mecanism cu roată melcată şi şurub fără sfârşit: *1 – roată melcată; 2 – şurub fără sfârşit.*

Mecanismul cu cremalieră (fig. 2.27) este compus dintr-o cremalieră (o bară prevăzută cu dantură) angrenată cu o roată dinţată şi transformă mişcarea de rotaţie în mişcare de translaţie şi invers. Este folosit la unele mecanisme de direcţie.

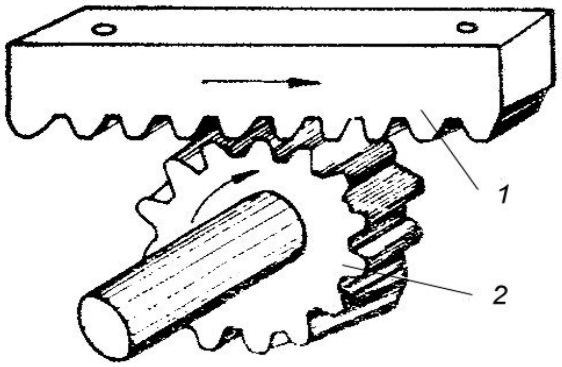


Figura 2.27. Mecanism cu cremalieră: *1 – cremalieră; 2 – roată dinţată.*

Mecanismul cu clichet (fig.2.28) serveşte la transformarea mişcării oscilatorii în jurul unui ax în mişcare de rotaţie intermitentă. Se foloseşte la unele maşini de împrăştiat gunoi de grajd.

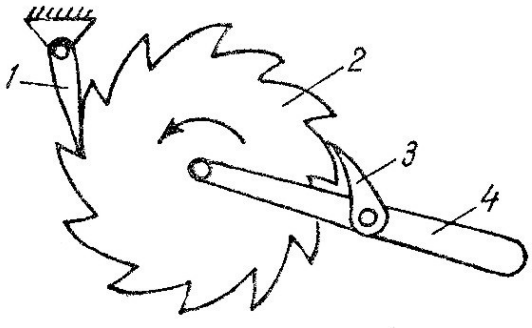


Figura 2.28. Mecanism cu clichet: *1 – clichet; 2 – roată dinţată; 3 – gheară de acţionare; 4 – braţ de acţionare.*

Mecanismele cu fluide servesc la acţionarea unor dispozitive de acţionare a maşinilor horticole fie prin intermediul unui lichid (ulei) fie al unui gaz.

Verificarea cunoştinţelor

1. În cazul mecanismului bielă-manivelă mişcarea de rotaţie continuă se transformă în mişcare de translaţie. Transformarea poate avea loc şi invers?
2. Care sunt părţile componente ale unui mecanism cu camă?
3. Care sunt transformările de mişcare în cazul mecanismului cu clichet?

3. MAŞINI ELECTRICE

Maşinile electrice sunt utilizate în toate sferele de activitate ale omului. În procesul de conversie (transformare) a energiei, un loc însemnat îl ocupă conversia electromecanică care se realizează cu ajutorul maşinilor electrice.

Maşina care realizează conversia energiei mecanice în energie electrică poartă numele de generator electric.

Maşina care realizează conversia energiei electrice în energie mecanică poartă numele de motor electric.

Maşina electrică care modifică parametrii unei transmisii de energie electrică (frecvenţă, tensiune, intensitate, număr de faze etc.) poartă numele de convertizor electric.

Maşina electrică care primeşte atât energie electrică cât şi energie mecanică şi le transformă în căldură, prin efectul Joule, poartă numele de frână electrică.

Transformatorul electric deşi nu este o maşină electrică în sensul definiţiilor date, este studiat la maşinile electrice datorită aspectelor teoretice comune.

Mărimile nominale ale maşinilor şi transformatoarelor electrice. Regimul nominal de funcţionare al maşinilor şi transformatoarelor este caracterizat prin valorile nominale ale parametrilor: putere, tensiune, intensitate (curent), frecvenţă, turaţie, etc. Aceste mărimi , de regulă, sunt înscrise pe plăcuţele indicatoare ale maşinilor şi transformatoarelor.

Puterea nominală a unui motor reprezintă puterea mecanică utilă la arbore (exprimată în W).

Puterea nominală a unui transformator reprezintă valoarea exprimată în waţi, măsurată la bornele secundare, pentru care nu sunt depăşite limitele admisibile de încălzire a bobinajelor.

Tensiunea nominală este tensiunea nominală pentru care a fost construită maşina.

Tensiunea de excitaţie reprezintă tensiunea necesară a fi aplicată bobinelor de excitaţie.

Tensiunea nominală primară reprezintă tensiunea aplicată la bornele înfăşurării primare a transformatorului.

Tensiunea nominală secundară reprezintă tensiunea la bornele înfăşurării secundare, atunci când la bornele înfăşurării primare se aplică tensiunea nominală şi transformatorul funcţionează în gol (nu are sarcină).

Curentul nominal este curentul absorbit de la reţea corespunzător puterii şi tensiunii nominale.

Raportul nominal de transformare (K) reprezintă raportul tensiunilor nominale când transformatorul funcţionează în gol.

Turaţia nominală este turaţia arborelui motorului (rot/min.) când acesta funcţionează la tensiunea nominală şi curentul nominal.

Randamentul motorului reprezintă raportul $\eta = P_n/P_a$, unde: P_n este puterea nominală a motorului; P_a este puterea absorbită de la reţea. Randamentul este subunitar datorită pierderilor de energie din maşină.

Analizând principiile de funcţionare ale maşinilor electrice se constată că acestea sunt reversibile din punct de vedere energetic, adică conversia energiei poate fi făcută în ambele sensuri prin intermediul aceleiaşi maşini. În toate cazurile, conversia se face cu pierderi ireversibile de energie, prin transformarea unei părţi din energie în căldură prin efectul Joule (fig.3.1).

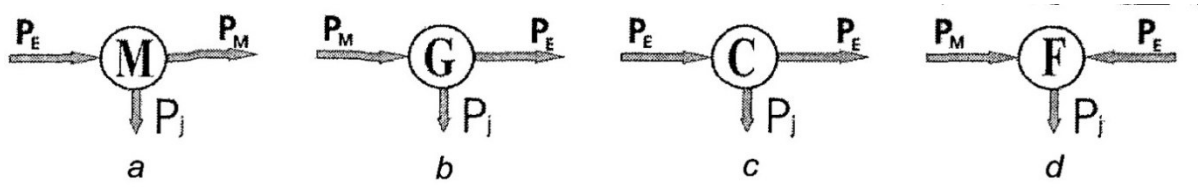


Figura 3.1. Moduri de conversie electromagnetică: *a – motor; b – generator; c – convertizor; d – frână: P_E – puterea electrică P_M – putere mecanică; P_J – pierderi ireversibile de energie prin efectul Joule.*

Din punct de vedere constructiv, orice maşină electrică prezintă un sistem magnetic, unul electric şi unul mecanic. Sistemul magnetic se mai numeşte şi circuit magnetit şi este format din două armături separate de un strat de aer, numit întrefier. Întrefierul permite mişcarea relativă a celor două armături. Majoritatea maşinilor au una din armături cu mişcare de rotaţie şi se numesc maşini rotative. De regulă armătura exterioară este fixă şi se numeşte stator, iar cea interioară se poate roti şi se numeşte rotor. Din cele două armături, cel puţin una este prevăzută cu un sistem electric format din conductori electrici izolaţi, prin care circulă curentul electric. Armătura care produce fluxul magnetic se numeşte *inductor*, iar armătura cu sistemul electric în care se induc curenţi electrici se numeşte *indus*.

Sistemul electric are ca element de bază al înfăşurării *spira*, care este constituită din două conductoare înseriate. Dacă una sau mai multe spire izolate între ele formează o unitate constructivă, aceasta se numeşte *bobină*; una sau mai

multe bobine conectate între ele şi la bornele cărora se obţine sau se aplică o tensiune de lucru formează *înfăşurarea sistemului electric*.

Maşinile electrice se clasifică în două mari categorii: *maşini de curent alternativ şi maşini de curent continuu.*

3.1. Maşini de curent alternativ. După raportul dintre turaţia rotorului şi a câmpului magnetic învârtitor, maşinile de curent alternativ se clasifică în două categorii: maşini sincrone şi maşini asincrone.

3.1.1. Maşinile sincrone (fig.3.2) sunt maşini de curent alternativ la care turaţia rotorului este egală cu cea a câmpului magnetic (turaţie constantă) învârtitor, indiferent de sarcină. Ele pot funcţiona în două regimuri: ca generatoare şi ca

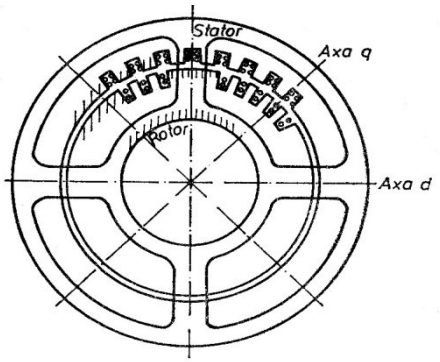


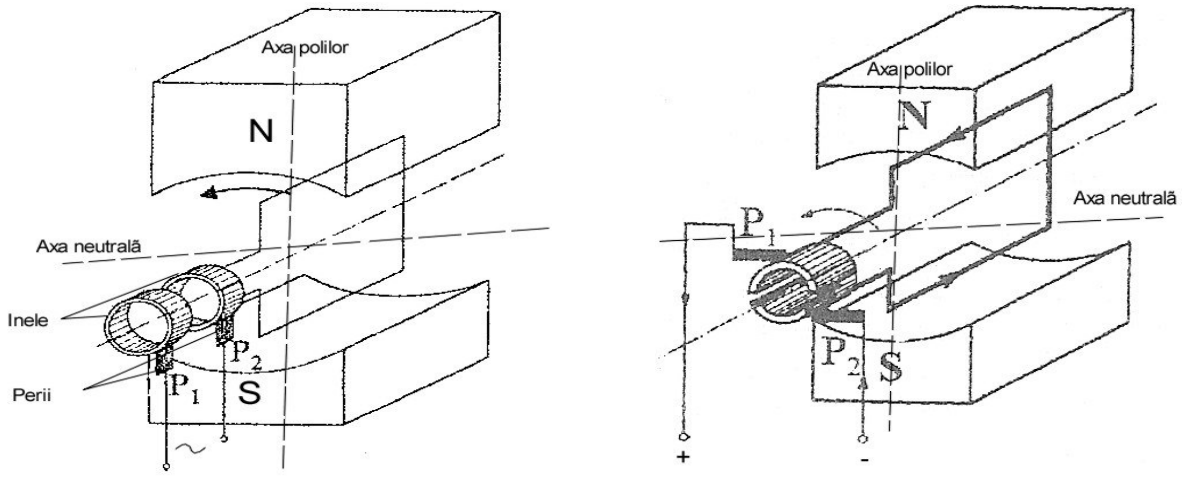
Figura 3.2. Maşină sincronă cu rotorul cu poli aparenţi: *axa d – axa neutrală; axa q – axa polilor.*

motoare. Ca generatoare maşinile sincrone transformă energia mecanică primită la arbore de la un motor, în curent electric alternativ. Ca motoare ele transformă energia electrică alternativă primită de la reţea, în energie mecanică.

Cea mai mare utilizare o au maşinile sincrone în regim de generator sincron trifazat, folosit în prezent în toate centralele electrice pentru producerea curentului electric alternativ trifazat. În mod obişnuit, rotorul este inductor şi statorul indus.

Principiul de funcţionare al maşinilor electrice rotative (fig. 3.3). Dacă spira se roteşte în câmpul magnetic al polilor inductori cu o viteză unghiulară constantă, fluxul magnetic prin spiră variază periodic în timp şi induce in spiră o tensiune electromotoare alternativă.

Când planul spirei se găseşte pe axa neutrală magnetică, inducţia magnetică este nulă şi ca urmare tensiune electromotoare indusă este nulă (latura a este situată în partea de sus). Pe măsură ce unghiul dintre planul spirei şi axa neutrală creşte (latura a coboară), tensiune electromotoare indusă în spiră creşte şi atinge un maxim când planul spirei este paralel cu axa polilor (spira a parcurs 90^0) şi descreşte până la 0 când spira ajunge din nou în planul axei neutrale (latura a ajunge în partea de jos). Tensiune electromotoare indusă creşte din nou pe măsură ce planul spirei se apropie de axa polilor, dar acum latura a se depărtează de polul N şi se apropie de polul S şi ca urmare se schimbă sensul tensiune electromotoare induse. Deci în spiră se induce o tensiune electromotoare alternativă. Acest principiu stă la baza funcţionării generatoarelor de curent alternativ (fig.3.3.a şi 3.4.a).



a **b**

Figura 3.3. Schema generatorului de curent electric cu o spiră cu o spiră: *a – alternativ; **b** – continuu*.

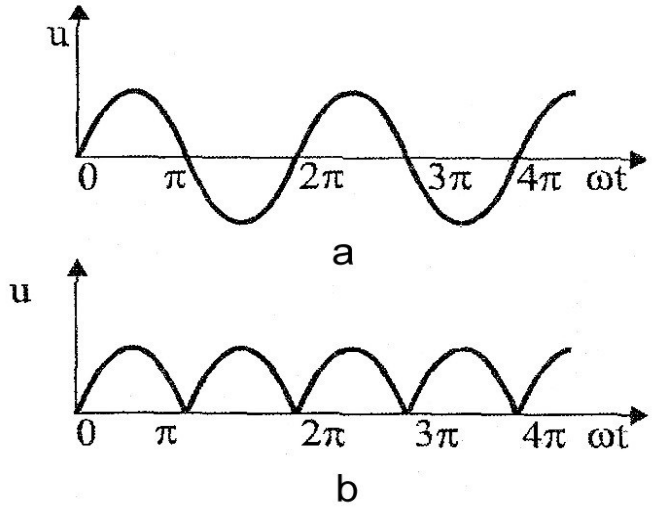


Figura 3.4. Tensiunea la bornele generatorului: *a – de curent alternativ; b – de curent continuu.*

Înlocuind inelele colectorului cu un colector cu două plăcuţe (fig.3.3.b şi 3.4.b), iar periile colectoare sunt dispuse astfel încât să calce pe ambele plăcuţe când planul spirei se găseşte pe axa neutrală magnetică, adică atunci când inducţia magnetică este 0 şi tensiunea electromotoare este nulă. Aşezate în acest mod, se constată că peria p_1 are mereu semnul tensiunii electromotoare induse în conductoarele de sub polul N, iar peria p_2 semnul opus, corespunzător tensiunii electromotoare indusă în conductoarele de sub polul S. Deci colectorul cu plăcuţe redresează curentul alternativ din înfăşurarea rotorică, astfel încât în circuitul exterior avem tensiune electromotoare continuă.

3.1.2. Maşini asincrone. Maşina electrică la care turaţia rotorului este mai mică decât turaţia câmpului magnetic învârtitor şi variază în funcţie de sarcină, se numeşte maşină asincronă.

Motorul asincron este o maşină de curent alternativ care transformă energia electrică primită de la reţea în energie mecanică. Ele pot fi monofazate sau trifazate (fig. 3.5).

Funcţionara acestui motor se bazează pe principiul interacţiunii dintre câmpul magnetic învârtitor al statorului conectat la reţea şi curentul indus în rotor.

Motoarele asincrone trifazate au înfăşurarea statorică (inductorul) realizată din trei bobine montate simetric pe circumferinţa statorului. Ele sunt parcurse de curenţi egali ca mărime, dar defazaţi între ei cu 120^0 . Aceşti curenţi vor produce un câmp magnetic a cărei axă se roteşte în sensul succesiunii fazelor cu turaţia:

n_o=60f/p,

unde f este frecvenţa tensiunii reţelei de alimentare, iar p este numărul de perechi de poli ai înfăşurării.

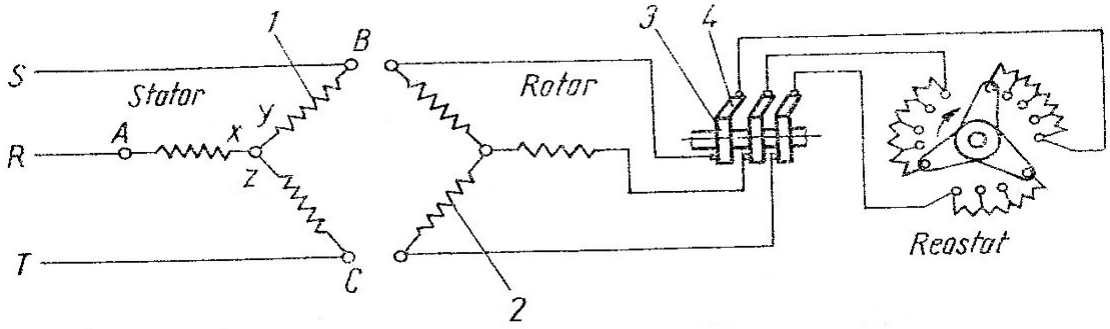


Figura 3.5. Schema motorului asincron trifazat cu colector cu inele: *1 – înfăşurarea statorului; 2 – înfăşurarea rotorului; 3 – inele colectoare; 4 – perii colectoare; S,R,T – faze; A,B,C, x,z,z – borne statorice.*

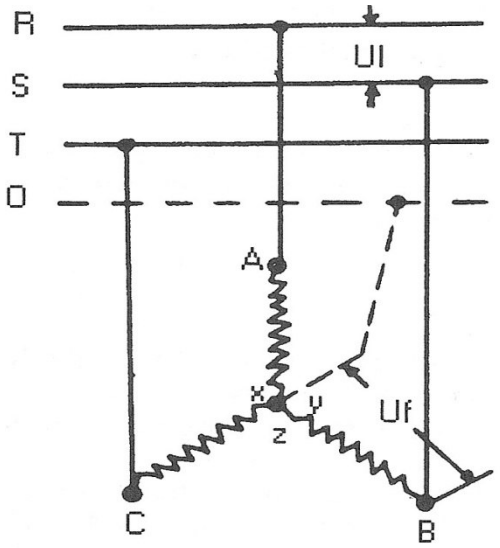
Câmpul magnetic creat în înfăşurarea statorică la trecerea curentului electric alternativ trifazat poartă numele de câmp magnetic învârtitor. Acesta este un câmp magnetic variabil şi are ca efecte inducerea unei tensiuni electromotoare şi crearea unui curent electric într-un circuit închis, dacă liniile de câmp trec prin acesta.

Motoarele asincrone trifazate pot fi realizate cu rotor bobina şi cu rotor în scurtcircuit. Cele cu rotor bobinat sunt prevăzute cu un colector cu trei inele.

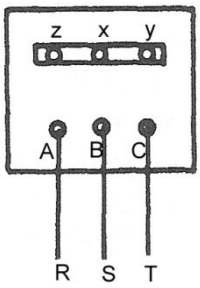
Legarea la reţeaua electrică a motoarelor electrice asincrone ,trifazate, în funcţie de tensiunea pe care o suportă bobinele statorice şi de tensiunea reţelei de alimentare. Astfel, ele se pot lega la reţea în stea (fig.3.6) sau în triunghi (fig.3.7). La legarea în stea Ul = Uf$\sqrt{3}$; La legarea în triunghi Ul = Uf. Fiecare maşină electrică este însoţită de o plăcuţă indicatoare pe care sunt trecuţi parametrii principali printre care şi modul de legare la reţea şi tensiunea nominală suportată pe fază.

Motoarele electrice asincrone, trifazate se folosesc pentru acţionarea pompelor de apă, a maşinilor de curăţat şi sortat, a maşinilor de vinificaţie etc.

3.2. Maşini de curent continuu. Maşina electrică la care schimbul principal de energie cu o reţea se face în curent continuu se numeşte *maşină de curent continuu.* La maşinile de curent continuu , de regulă statorul este inductor iar rotorul

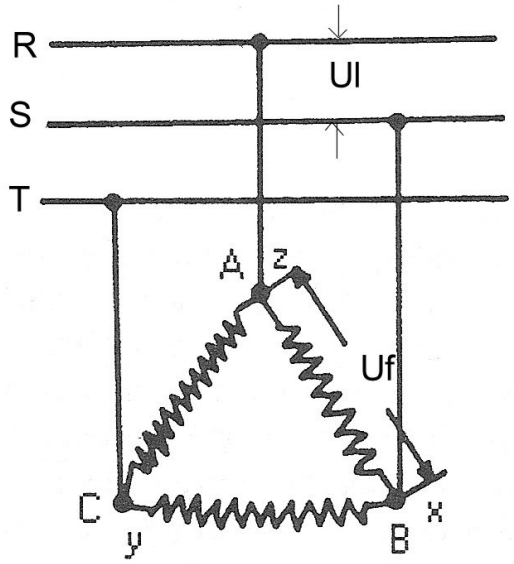


a.

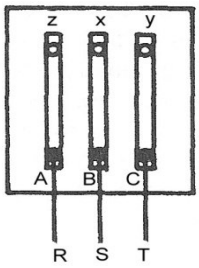


b.

Figura 3.6. Schema legării în stea la reţeaua electrică – a; legarea în cutia de borne – b. Uf - tensiunea de fază; Ul – tensiune de linie.



a.



b.

Figura 3.7. Schema legării în triunghi la reţea – a; legarea în cutia de borne – b; Uf - tensiunea de fază; Ul – tensiune de linie.

este indus (fig.3.8). Câmpul magnetic inductor este produs de înfăşurarea de excitaţie formată din bobine aşezate pe polii principali statorici, sau de magneţi permanenţi.

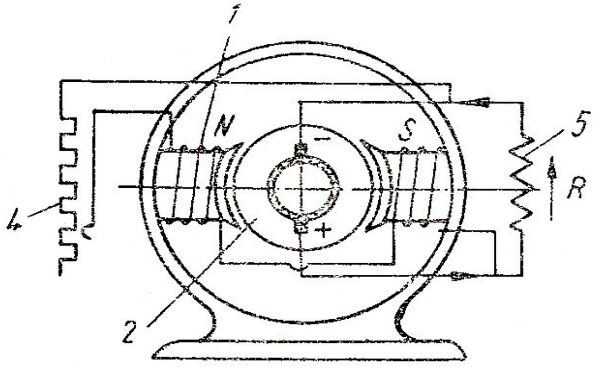


Figura 3.8. Schema maşinii de curent continuu cu autoexcitaţie în paralel: *1 – inductor; 2 – indus; 4 – reostat; 5 – consumator.*

Alimentarea înfăşurării de excitaţie a maşinilor de curent continuu se poate face de la o sursă de curent exterioară, situaţie în care maşina se numeşte cu excitaţie separată, sau chiar de la maşină ,când aceasta se numeşte cu autoexcitaţie. Maşinile cu autoexcitaţie pot avea înfăşurările de excitaţie conectate în mai multe moduri: în derivaţie, în serie, compus sau mixt (fig. 3.9).

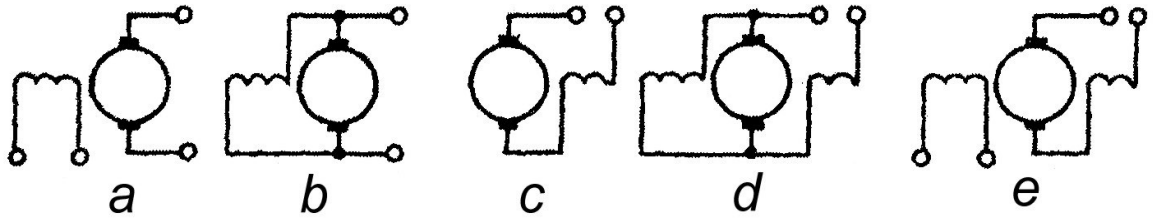


Figura 3.9. Scheme de principiu pentru excitarea maşinilor de curent continuu: *a. excitaţie separată; b,c,d e – autoexcitaţie: b. derivaţie; c. serie; d. compusă; e. mixtă.*

Construcţia maşinilor de curent continuu. Principalele părţi componente ale maşinilor de curent continuu sunt reprezentate prin: stator, rotor, perii colectoare, scuturi cu lagăre, cutia de borne.

Statorul produce fluxul magnetic inductor şi este format din carcasă, poli şi bobine polare.

Polii principali sau *de excitaţie* se fixează în interiorul carcasei, se realizează din tole din oţel cu grosimea de 1 – 1,5 mm şi sunt întotdeauna în număr par.

Bobinele polare sunt realizate cu conductoare izolate de cupru sau aluminiu şi sunt fixate pe poli. Ele sunt legate în serie şi conectate la o sursă de curent continuu. Curentul ce trece prin ele se numeşte curent de excitaţie şi excită câmpul magnetic inductor. Conexiunile între bobine se execută astfel încât să se realizeze o alternanţă a polarităţii la trecerea curentului electric.

Rotorul este format din: *arborele rotorului; pachetul de tole al rotorului; înfăşurarea rotorică; colectorul şi ventilatorul.* Rotorul în timpul funcţionării motorului este rotit de cuplul forţelor de interacţiune dintre câmpul magnetic inductor statoric şi câmpul magnetic indus rotoric, transformând astfel energia electrică în energie mecanică.

Arborele rotorului este realizat din oţel şi are rolul de a susţine celelalte părţi componente ale rotorului şi de a transmite energia mecanică de rotaţie.

Pachetul de tole al rotorului se realizează din tablă de oţel cu grosimea de 0,5 mm., au forma unor discuri cu crestături la exterior. Pachetul este montat strâns pe arbore.

Înfăşurarea rotorică (indusul) constă dintr-o serie de bobine realizate din conductori izolaţi de cupru sau aluminiu şi montate în crestăturile pachetului de tole, capetele acestora fiind lipite cu lamelele colectorului.

*Colectoru*l este format din lamele de cupru identice dispuse pe circumferinţa unui butuc izolat, fixat pe arbore şi izolate între ele.

Ventilatorul este fixat pe arborele rotoric şi asigură circulaţia forţată a aerului prin interiorul şi exteriorul motorului, asigurând astfel răcirea motorului.

Periile colectoare freacă pe lamelele colectorului pentru a realiza legătura electrică între bobinajul rotoric şi cutia de borne a motorului. Ele sunt montate în suporţii periilor colectoare şi sunt realizate din materiale foarte bune conducătoare de electricitate, relativ moi pentru a nu deteriora colectorul. Periodic se înlocuiesc.

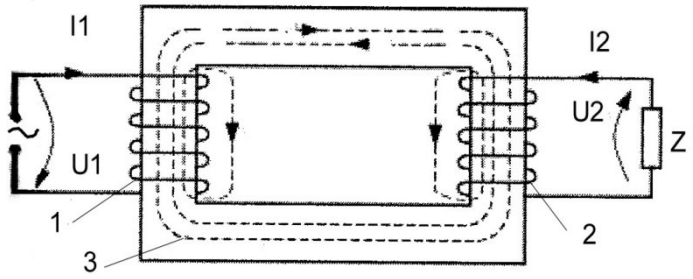
Scuturile cu lagăre sunt piese metalice care asigură închiderea statorului şi susţinerea arborelui rotoric, pentru a putea efectua mişcarea de rotaţie. Lagărele pot fi cu alunecare (bucşe sau cuzineţi) sau cu rostogolire (rulmenţi).

Cutia cu borne este prevăzută cu capac pentru protecţie, în interior, borne din cupru sau oţel şi servesc la conectarea capetelor înfăşurărilor din maşină şi reţeaua de alimentare.

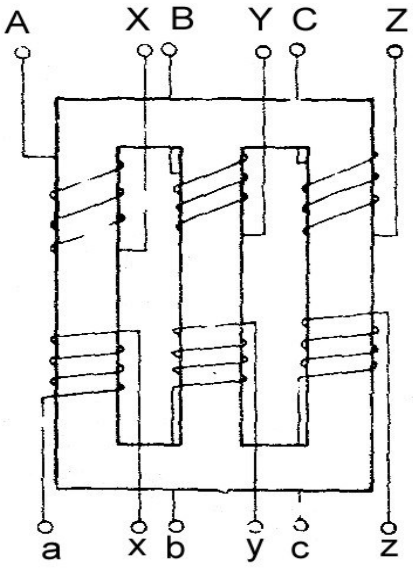
Generatoarele de curent continuu se utilizează la încărcarea bateriilor de acumulatore, ca generatoare de sudură etc.

Motoarele de curent continuu se folosesc în diferite sisteme de acţionare electrică la turaţie variabilă în limite largi şi cuplu mare la pornire (pornirea motoarelor termice, tramvaie etc.).

3.3. ***Transformatoarele*** sunt maşini electrice statice care transformă tensiunea şi intensitatea curentului electric . După numărul de faze pe care le transformă, ele se clasifică în: transformatoare monofazice (fig. 3.10.a) şi transformatoare trifazice (fig.3.10.b).



a.



b.

Figura 3.10. Schema transformatorului electric: *a – monofazic; b – trifazic: 1 – înfăşurare primară; 2 – înfăşurare secundară; 3 – miez feromagnetic; U1, U2, I1, I2 – mărimile nominale ale transformatorului.*

Ca şi maşinile electrice rotative, transformatoarele funcţionează pe baza principiului inducţiei electromagnetice. Una dintre caracteristicile de bază ale transformatoarelor este raportul de transformare **K**:

$$K = \frac{U1}{U2} = \frac{I2}{I1} = \frac{ns1}{ns2} \qquad (3.1)$$

în care: U1 este tensiunea aplicată înfăşurării primare, U2 reprezintă tensiunea din înfăşurarea secundară, I1 – curentul din înfăşurarea primară, I2 – curentul din

înfăşurarea secundară, ns1 – numărul de spire al înfăşurării primare, ns2 – numărul de spire al înfăşurării secundare.

După valorile tensiunilor din cele două înfăşurări, transformatoarele se clasifică în: ridicătoare de tensiune U1 < U2 şi coborâtoare de tensiune U1 > U2.

Transportul energiei electrice la distanţe mari se face la tensiune mare pentru a reduce pierderile prin efectul Joule, folosind transformatoare ridicătoare de tensiune, iar la consumatori, pentru a reduce riscul accidentelor prin electrocutare se folosesc transformatoare coborâtoare de tensiune.

4. SURSE DE ENERGII REGENERABILE

Criza energetică planetară accelerează căutările privind noi surse de energie, în special surse regenerabile, nepoluante, locale, relativ uşor accesibile.

Sursele de energie regenerabile prezintă o serie de avantaje comparativ cu sursele clasice cunoscute şi sub denumirea de surse de energie fosile (surse care se epuizează treptat fără posibilitatea de regenerare) şi anume:

- sunt regenerabile;
- gradul de poluare este mai redus;
- favorizează relansarea unor ramuri economice, contribuind în mod semnificativ la balanţa economică a unei ţări;
- asigură independenţa energetică a unor sectoare de activitate sau ţări;
- pot constitui surse de venit.

Trebuie subliniat că de multe ori apelarea la noi surse de energie regenerabile determină investiţii mari, randament scăzut, cheltuieli suplimentare privind distribuţia şi valorificarea, de aceea trebuie găsite soluţii privind reducerea perioadelor de amortizare a investiţiilor şi de sporire a randamentului.

Sursele noi de energie regenerabile care se utilizează la nivel mondial sunt:

- biogazul - un combustibil gazos obţinut din biomasă şi/sau din partea biodegradabilă a deşeurilor;
- biodiesel - un metil ester, de calitatea motorinei obţinut din uleiuri vegetale sau grăsimi animale;
- biomasa – totalitatea producţiei vegetale;
- bioetanol - obţinut din biomasă şi/sau partea degradabilă a deşeurilor, prin fermentaţie etilică;
- biometanol - obţinut din biomasă;
- biometil ester - rezultat tot din biomasă;
- bio-etbe (etil-terbo-butil-ester) - pe bază de bioetanol;
- bio-mtbe (metil-terbo-butil-ester) - pe bază de biometanol;
- biocarburanţi sintetici - hidrocarburi sintetice sau amestecuri de hidrocarburi sintetice, care au fost extrase din biomasă;

- biohidrogen - hidrogen extras din biomasă şi/sau partea degradabilă a deşeurilor;
- ulei vegetal pur - ulei produs din plante oleaginoase prin presare, extracţie sau alte proceduri compatibile, rafinat, dar nemodificat chimic.
- energia solară;
- energia eoliană;
- energia geotermală,
- energia căderilor de apă;
- energia valurilor şi a mareelor.

Pentru horticultură prezintă interes deosebit *biogazul, biodieselul, uleiul vegetal pur, biomasa, energia solară, energia eoliană.*

4.1 Biogazul (gaz biologic) se obţine prin fermentarea anaerobă a materiei organice şi este constituit în principal din metan şi anhidridă carbonică. Pentru horticultură, tehnologia de producere a biogazului prezintă o serie de avantaje: utilizarea superioară a producţiei secundare, a dejecţiilor animale, reducerea mirosului generat de descompunerea dejecţiilor animale, stocarea mai uşoară a îngrăşământului organic, asigurarea unui îngrăşământ natural lichid, pretratat prin fermentare anaerobă, care să înlocuiască îngrăşămintele chimice, asigurarea de energie electrică şi termică ieftină.

Fermentarea anaerobă este un proces biologic complex, prin intermediul căruia, în absenţa oxigenului, substanţa organică este transformată în biogaz. Procentul de metan din biogaz variază în funcţie de tipul de substanţă organică fermentată şi de condiţiile de proces, de la un minim de 50% pana la 80%. Ca procesul să aibă loc, este necesară acţiunea diferitelor grupuri de microorganisme, în măsură să transforme substanţa organică în compuşi intermediari, în principal acid acetic, anhidridă carbonică şi hidrogen, utilizabile de microorganismele metanogene, care produc metanul. Temperatura optimă a procesului este în jur de 35 grade C, dacă se utilizează bacterii mezofile, sau în jur de 55 grade C, dacă se utilizează bacterii termofile. Ph-ul optim este în jur de 7 / 7,5.

Biogazul se obţine în instalaţii speciale cu alimentare discontinuă sau continuă. În practică sunt utilizate în special cele cu alimentare continuă, asigurând alimentarea continuă cu biogaz.

O instalaţie de obţinere a biogazului implică în construcţie mai multe elemente (fig.4.1):

1. Unitatea de producţie care se compune din fermentatorul anaerob, un bazin de stocare şi/sau o unitate de salubrizare şi sistemul de îndepărtare a îngrăşământului natural fermentat.
2. Sistem de stocare şi purificare a biogazului.
3. Echipamente pentru utilizarea gazului şi a îngrăşământului.

După modul de realizare şi dispunere în spaţiu, fermentatoarele se pot clasifica în: orizontale şi verticale.

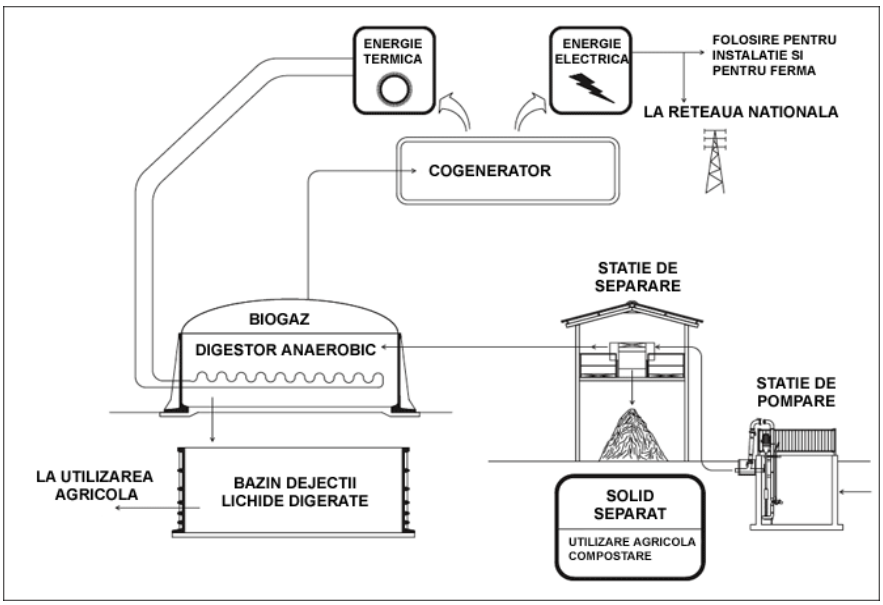


Figura 4.1: *Schema generală a instalaţiei cu canal tip flux cu piston*.

Digestorul este realizat fără amestecător. Acest tip de instalaţie este destinată în special unităţilor medii şi mari care intenţionează să producă energie cu scopul de a o utiliza aproape în totalitate pentru nevoile directe şi doar în cazul unui eventual surplus de a o ceda gestionarului de reţea.

Cupola gazometrică (în care se acumulează biogazul) are formă de semicilindru sau calotă sferică şi este realizată cu trei membrane suprapuse din ţesut de fibre poliestere din PVC şi sudate cu ajutorul curenţilor de înalta frecvenţă.

Gazul produs este orientat spre o instalaţie de cogenerare, care utilizând biogaz produce energia electrica şi căldură. O parte din căldura produsă este recuperată şi utilizată pentru termostatarea şi menţinerea temperaturii digestorului.

Materia organică digerată, va fi acumulată în bazine de stocare în aşteptarea utilizării în agricultură.

Biogazul, după ce a fost supus tratamentelor necesare purificării, poate fi utilizat în două modalităţi:

a) pentru producerea de energie calorică;

b) pentru producerea de energie electrică şi calorică simultan – **cogenerare**.

4.2. Uleiurile vegetale sunt triesteri ai glicerinei cu acizi monocarboxilici cu număr par de atomi de carbon, de obicei C_{12} – C_{18}, care pot conţine una sau mai multe legături duble, în funcţie de materiile prime din care se extrag. Cele mai multe uleiuri conţin predominant doi sau trei acizi principali, ceilalţi acizi fiind în proporţie mică (acizi secundari). Uleiurile vegetale pot să conţină şi o serie de alţi produşi secundari, ca de exemplu monogliceride, digliceride, acizi liberi, produşi peroxidici, fosfolipide (surse de gume), carotene şi xantofile (uşor polimerizabile), steroli liberi sau esterificaţi, urme de apă, produşi minerali etc. Prezenţa unor astfel de compuşi influenţează modul de comportare al uleiurilor în motoare.

Pentru a se evalua posibilitatea de utilizare a uleiurilor vegetale şi a derivaţilor lor la motoarele Diesel, în calitate de substituenţi ai motorinei, trebuie luate în considerare următoarele caracteristici principale: intervalul de distilare, vâscozitatea, cifra cetanică, comportarea la rece, puterea calorică, stabilitatea în cursul stocării (tabel 4.1).

Tabelul 4.1.

Principalii indici calitativi ai motorinei şi uleiurilor vegetale

Tip carburant	Putere calorică kj/kg	Densitate la 15^0C g/cm^3	Vâscozitate la 40^0C mm^2/s	Cifră cetanică	Punct de inflamabilitate ^{0}C
Motorină	**42325**	**0,832**	**3,32**	**49,2**	**62**
Ulei rapiţă	**37700**	**0,885**	**46,00**	**45,3**	**153**
Ulei fl.soarelui	**38525**	**0,910**	**45,00**	**40,3**	**195**
Ulei porumb	**37800**	**0,906**	**41,00**	**41,0**	**236**
Ulei soia	**39252**	**0,901**	**40,00**	**40,8**	**205**

Importanţă deosebită privind utilizarea uleiului pur la motoarele Diesel prezintă viscozitatea şi punctul de inflamabilitate.

Vâscozitatea. Influenţează alimentarea motorului şi pulverizarea combustibilului în camera de ardere. Creşterea vâscozităţii defavorizează pulverizarea şi arderea combustibilului în motor. Un combustibil prea vâscos va înrăutăţi formarea amestecului carburant, deoarece picăturile, fiind mari şi penetrante, vor ajunge pe peretele opus injectorului. Uleiurile vegetale au vâscozităţi de circa 10 ori mai mari decât motorina.

Corectarea vâscozităţii uleiului se poate realiza prin încălzirea prealabilă a uleiului la 70 – 80^0 C cu ajutorul unui adaptor cu preîncălzitor (fig.4.2), temperatură la care uleiul are parametrii foarte apropiaţi de ai motorinei. Pentru uşurarea pornirii se impune pornirea motorului pe motorină, după care la atingerea temperaturii de 70 – 80^0 C se trece pe ulei vegetal, motorul funcţionând foarte bine, puterea motorului nefiind influenţată semnificativ. Comutarea adaptoarelor de pe motorină pe ulei se poate realiza în mai multe moduri :

- manual, prin intermediul unor robinete cu două căi ;
- automat : a. electromagnetic (prin intermediul unor relee electomagnetice). b. electronic (prin intermediul unor componente electronice).

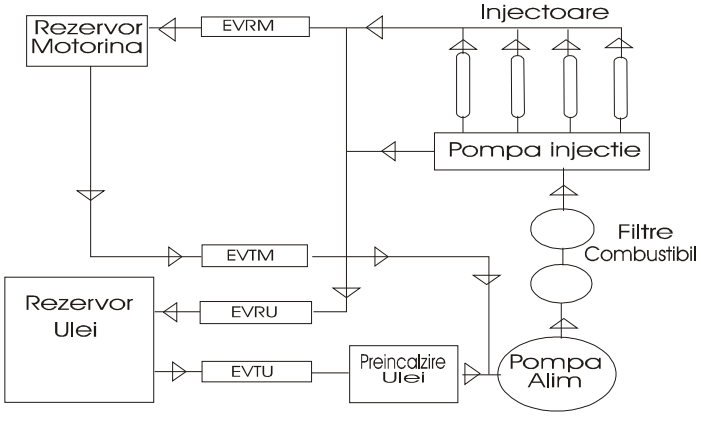


Figura 4.2. Schema generală a sistemului de alimentare la motorul D 110 prevăzut cu adaptor pentru funcţionarea cu ulei vegetal crud: *EVTM şi EVTU – electrovalve tur motorină şi ulei; EVRU şi EVRM electrovalve retur motorină şi ulei.*

La comutarea automată trecerea de pe motorină pe ulei se realizează la atingerea temperaturii de 70 – 80^0 C , temperatură la care parametrii uleiului sunt apropiaţi de cei ai motorinei. Dintre cele două tipuri de adaptoare cu comutare automată, adaptoarele electromagnetice sunt de preferat, fiind mult mai simple, mult mai ieftine şi uşor de remediat chiar în teren.

Indiferent de modul de comutare, preîncălzirea uleiului se poate realiza:

- utilizând energia termică din sistemul de răcire al motorului, prin intermediul unui schimbător de căldură ;

- utilizând rezistenţe electrice alimentate la tensiunea instalaţiei electrice a motorului, asistate de un termostat, sistem care este de preferat, ajungând la temperatura de lucru în timp foarte scurt şi totodată temperatura fiind controlată mult mai bine.

După încetarea lucrului, este indicat ca sistemul de alimentare să rămână încărcat cu motorină pentru o pornire uşoară în ziua următoare şi pentru curăţarea sistemului de ulei (în caz că motorul rămâne nepornit o perioadă mai mare de timp), prin trecerea sistemului de alimentare pe motorină, înainte de oprirea motorului.

Utilizarea uleiurilor vegetale brute la motoarele termice cu aprindere prin comprimare(Diesel) permit:

1.Asigurarea independenţei energetice a unităţilor de producţie;

2.Rentabilizarea unităţilor de producţie prin reducerea preţului de cost/litru de combustibil la jumătate;

3.Comform Directivei 2003/30/EC DIN 8 mai 2003, uleiul vegetal presat la rece este agreat ca biocombustibil în CE;

4.Puterea calorică a uleiului vegetal brut este foarte apropiată de a motorinei, iar arderea este completă;

5.Uleiul vegetal este încadrat in clasa "0" de pericol ca şi apa şi soluţiile apoase si in consecinţă poate fi depozitat si transportat fără autorizaţie specială;

6.Ungerea sistemului de alimentare al motorului (pompa de injecţie şi injectoare) se realizează in condiţii mai bune;

7.Plantele oleaginoase permit realizarea unei bune rotaţii a culturilor (rapiţa este o buna premergătoare şi eliberează terenul devreme);

8.Este mai puţin poluant: conţinutul în hidrocarburi aromatice şi SO_2 (care este direct răspunzător de ploile acide) al gazelor de eşapament, este mai mic decât în cazul motorinei;

9.Este un combustibil regenerabil;

4.3. Biodieselul reprezintă diesteri ai uleiurilor vegetale şi ai grăsimilor animale. Se obţine prin reacţia de esterificare a grăsimilor în prezenţa unui catalizator (metanol).

Utilizarea diesterilor la motoarele Diesel nu implică modificări ale sistemului de alimentare al motorului, aceştia având caracteristici destul de apropiate de cele ale motorinei, dar preţul de cost este mai mare şi nu se poate produce cu uşurinţă la nivel de fermă, decât dacă se dispune de instalaţii speciale şi foarte costisitoare (fig.4.3). În urma procesării uleiului vegetal se obţine biodiesel şi glicerol, metanolul fiind recuperat la finalul fiecărei tranşe. Glicerolul este colectat pentru

procesare în vederea valorificării sau arderii în arzătoare speciale sau generatoare de abur. Carburantul obţinut este filtrat în două etape pentru a asigura o funcţionare fără probleme a motoarelor diesel.

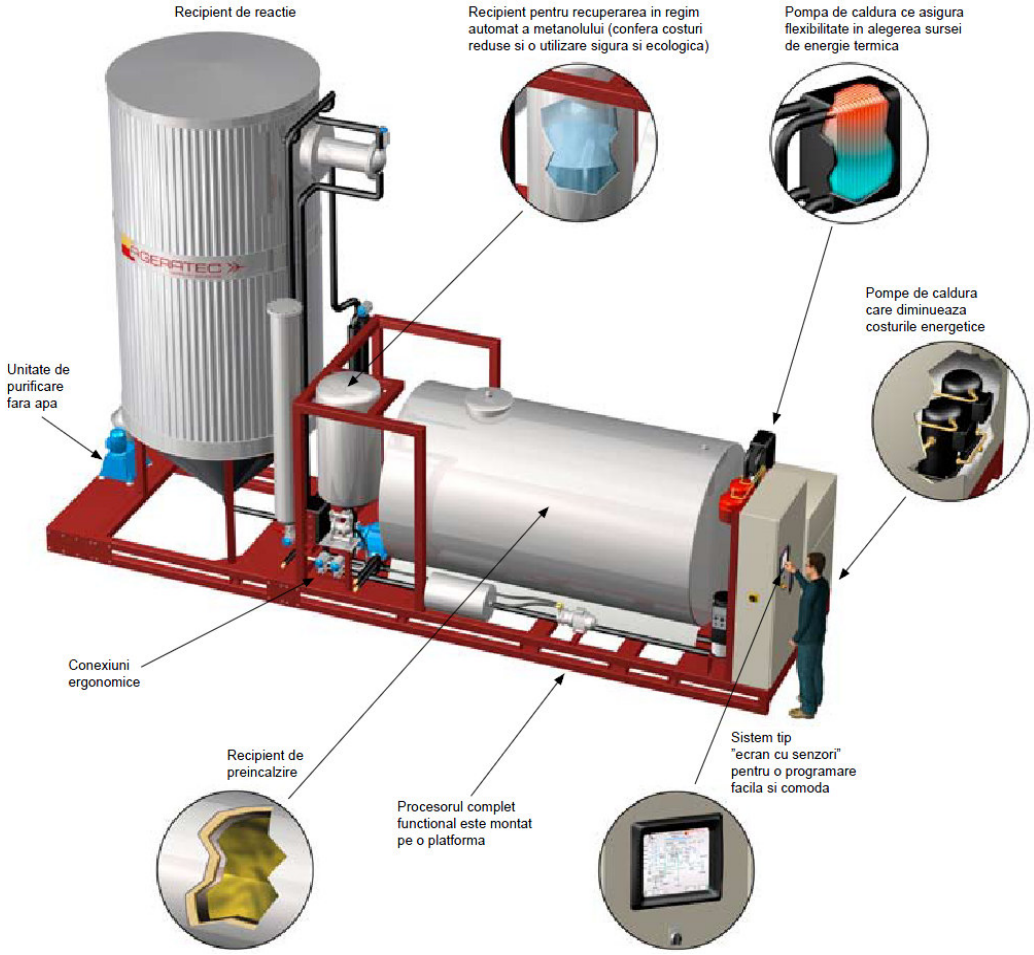

Recipient de reactie
Recipient pentru recuperarea in regim automat a metanolului (confera costuri reduse si o utilizare sigura si ecologica)
Pompa de caldura ce asigura flexibilitate in alegerea sursei de energie termica
Pompe de caldura care diminueaza costurile energetice
Unitate de purificare fara apa
Conexiuni ergonomice
Recipient de preincalzire
Procesorul complet functional este montat pe o platforma
Sistem tip "ecran cu senzori" pentru o programare facila si comoda

Figura 4.3. Instalaţie de producere a biodieselului.

Biodieselul reprezintă un combustibil ecologic alternativ cu un conţinut mai mare de oxigen, nesulfuros, biodegradabil şi netoxic. Prin realizarea de amestecuri biodiesel - motorină se obţin combustibili cu un conţinut de sulf mai mic decât motorina iniţială. Folosirea acestor amestecuri drept combustibili pentru motoarele Diesel duce la o reducere considerabilă a emisiilor poluante.

Pe plan mondial, cel mai mult sunt utilizaţi diesterii (biodiesel) datorită avantajelor enumerate mai sus şi totodată permit utilizarea pentru distribuţie a aceloraşi staţii de alimentare fără nici o modificare.

Biodieselul este folosit pe scară largă, ca atare sau în amestec cu motorina, şi în alte ţări precum Germania, Austria, Italia, Franţa, S.U.A. etc.

4.4. Impactul ecologic asupra mediului ca urmare a utilizării uleiului vegetal crud şi a biodieselului în agricultură

Extinderea în ultimul timp a preocupărilor legate de utilizarea biocombustibililor de tip ulei vegetal şi biodiesel este motivată de cel puţin 4 elemente:

- ❖ reducerea de consum de combustibil fosil;
- ❖ reducerea poluării mediului;

- caracterul ecologic şi regenerabil al uleiurilor vegetale şi al esterilor uleiurilor vegetale;
- respectarea cerinţelor protocolului de la Kyoto.

Evident, utilizarea unor amestecuri formate din esteri şi motorină va conduce la reducerea consumului de combustibil de origine petrolieră, în condiţiile în care performanţele energetice şi de consum ale motorului rămân aceleaşi, asigură astfel şi reducerea dependenţei de petrolul importat. Ca efect global se apreciază ca utilizarea unui litru de biodiesel conduce la economisirea a 0,71 - 0,91 kg combustibil fosil.

În ceea ce priveşte emisiile poluante, este unanim acceptat că utilizarea uleiurilor vegetale şi a combustibililor de tip Biodiesel (B20) conduce la reducerea tuturor emisiilor poluante, cu excepţia celor de oxizi de azot (tabelul 4.2.).

Această comportare este datorată caracteristicilor chimice şi fizice ale acestora (prezenţa oxigenului în moleculă, lipsa sulfului etc.). Caracterul ecologic al uleiurilor vegetale şi al combustibililor de tip Biodiesel este dat de:

- ❖ toxicitate redusa în cazul ingerării (DL^2_{50}:2000 mg/kg corp);
- ❖ toxicitate redusă poluării accidentale a apelor;
- ❖ risc mai redus de contaminare a solului, uleiurilor vegetale şi combustibilul de tip Biodiesel (B100) fiind mai biodegradabil (după 21 de zile, peste 95% din biodieselul care a contaminat solul este degradat, în timp ce doar 75% din motorină se degradează în acelaşi interval de timp);
- ❖ pericol mai redus de aprindere şi explozie la transport sau în timpul stocării, datorită punctului de inflamabilitate mai ridicat (peste 110^0 C, faţă de 55 - 60^0 pentru motorină).

Protocolul de la Kyoto defineşte emisiile ce produc efectul de seră pe baza conceptului de potenţial de încălzire globală. Conform acestui protocol, emisiile de dioxid de carbon sunt calculate doar pentru arderea combustibililor petrolieri; emisiile provenite din arderea biocombustibililor (regenerabili) nu sunt luate în calcul de protocolul de la Kyoto, considerându-se că dioxidul de carbon este compensat de consumul de dioxid al plantelor. În condiţiile în care, prin acordul de la Kyoto, ţările semnatare s-au angajat să reducă emisiile de gaze producătoare ale efectului de seră cu 5% până în 2010, în multe state s-au intensificat eforturile privitoare la utilizarea biocombustibililor neconvenţionali de tip biodiesel, ca o modalitate de respectare a prevederilor protocolului (tabelul 4.2).

4.5. Biomasa reprezintă totalitatea producţiei vegetale care poate fi convertită în energie sub diverse forme. Ea poate proveni din culturi energetice sau din producţia secundară.

Biomasa din culturi energetice reprezintă biomasa obţinută din culturi energetice înfiinţate special pentru obţinerea unor produse principale care să fie convertite sub diferite forme: cartof, cereale, topinambur, sorg zaharat, salcie, plop, amarantus etc.

Tabelul 4.2

Reducerea emisiilor poluante la utilizarea combustibililor de tip biodiesel

Noxa emisă în gazele de eşapament	Emisiile de noxe, %		
	Motorină petrolieră	Amestec 20%biodiesel-80%motorină(B20)	100% biodiesel (B100)
Monoxid de carbon	100	-12,6	-43,2
Hidrocarburi nearse	100	-11	-56,3
Particule în suspensie	100	-18	-55,4
Oxizi de azot	100	+1,2	+5,8
Toxine în aer	100	-12…-20	-60…-90
Efecte mutagene	100	-20	-80…-90
Oxizi de sulf	100	-20	-100(lipsă)
Sulfaţi	100	-20	-100(lipsă)

Biomasa reziduală reprezintă producţia secundară din horticultură folosită pentru producerea de energie, în special calorică: coarde de viţă de vie, pomi şi ramuri de pomi, sâmburi de fructe, tescovină, tulpini de plante din legumicultură etc.

Biomasa poate fi utilizată ca şi combustibil solid pentru uscarea seminţelor, a fructelor, a legumelor, pentru încălzirea spaţiilor, etc., sau pentru obţinerea de bioetanol şi biometanol.

4.6. Energia solară reprezintă principala sursă de energie a planetei, în lipsa căreia viaţa ar înceta. Este o sursă inepuizabilă, nepoluantă, şi disponibilă pe întreaga suprafaţă a globului. Soseşte direct la consumator şi nu poluează. Ca dezavantaje se pot menţiona: este o energie variabilă după anotimp şi după nebulozitate, nu este disponibilă în permanenţă. Cantitatea de energie solară disponibilă depinde de *intensitatea radiaţiei solare şi de durata insolaţiei.* Energia solară poate fi convertită în *energie termică sau în energie electrică.*

Conversia energiei solare în energie termică utilizată la uscarea produselor horticole, încălzirea spaţiilor şi prepararea apei calde se bazează pe captarea radiaţiei infraroşii din radiaţia solară cu ajutorul captatoarelor (colectoarelor) solare. Acestea sunt de două feluri: a. plane; b. concentrator.

Colectorul plan (fig. 4.4) are ca principiu de funcţionare efectul absorbant al corpului negru combinat cu efectul de seră.

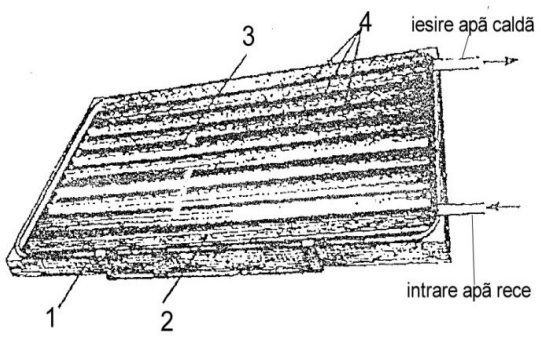


Figura 4.4. Colector solar plan:
1 – ramă; 2 – strat absorbant negru; 3 – vitraliu; 4 – serpentină.

Stratul absorbant este realizat din materiale foarte bune conducătoare de energie termică (cupru sau aluminiu) vopsite în negru. Vitraliul este constituit din două straturi de sticlă groasă de 3 – 4 mm, iar serpentina este realizată din ţeavă de cupru sau aluminiu cu diametru de 5 -15 mm.

Colectorul concentrator realizează concentrarea energiei solare cu ajutorul oglinzilor concave, lentilelor convergente sau tuburi vidate (fig.4.5).

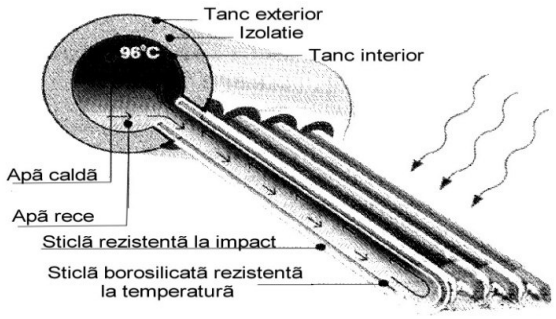


Figura 4.5. Colector solar cu tuburi vidate.

Colectoarele solare cu tuburi vidate din sticlă borosilicată sunt cele mai eficiente şi mai fiabile sisteme de încălzire a apei cu ajutorul energiei solare. Circulaţia apei se poate realiza prin termosifon sau sub presiune, cu ajutorul unei pompe.

Energia termică obţinută cu ajutorul captatoarelor solară se pretează la: încălzirea spaţiilor; uscarea produselor horticole (legume, fructe şi seminţe); prepararea apei calde menajere;

Convertirea energiei solare în energie electrică se realizează cu ajutorul celulelor fotovoltaice. Celulele fotovoltaice funcţionează pe principiul fotovoltaic. Conform acestui principiu, radiaţia luminoasă este transformată direct în energie electrică.

O celulă fotovoltaică (fig.4.6) este constituită din două straturi semiconductoare de dioxid de siliciu, unul sărăcit în electroni, iar altul îmbogăţit. Sub influenţa luminii, electronii din stratul îmbogăţit trece în cel sărăcit determinând apariţia unui curent electric, care se menţine atâta timp cât celula este expusă la lumină. O celulă produce un curent electric cu tensiunea cuprinsă între 0,2 V şi 0,7 V, în funcţie de intensitatea radiaţiei luminoase. Se montează în serie şi paralel pe panouri cu suprafeţe diferite. Pentru a asigura energie electrică şi în afara perioadei de iluminare, o parte din energia produsă în timpul zilei este stocată în acumulatori de curent electric.

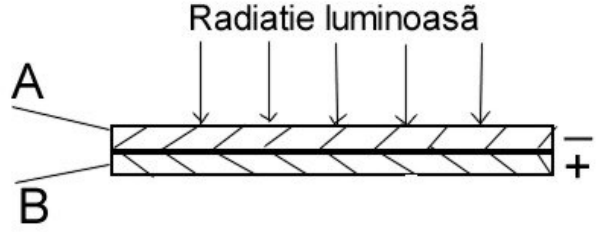
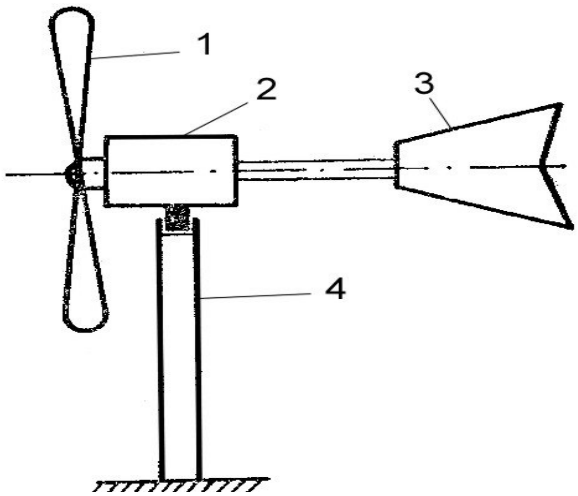


Figura 4.6. Schema celulei fotovoltaice: *A şi B – conductori electrici.*

4.7. Energia eoliană reprezintă una dintre cele mai vechi forme de energie utiliza în procesele de producţie. Ea este utilizată pentru producerea de energie

electrică în zone unde nu există reţea de distribuţie a energiei electrice, pentru alimentări cu apă în zonele rurale, pentru acţionarea pompelor de irigat etc.

Utilizarea energiei eoliene prezintă o serie de avantaje: este gratuită, nu poluează, este inepuizabilă. Ca dezavantaje trebuie menţionate: viteza minimă a vântului trebuie să fie de 3 m/s , cost ridicat al instalaţiilor de captare, caracter aleatoriu privind intensitatea, durata, şi direcţia.



Transformarea energiei eoliene în energie mecanică se face cu ajutorul turbinelor (motoarelor) eoliene(fig.4.7).

Figura 4.7. Turbină eoliană cu ax orizontal: *1 – pale; 2 – ogivă; 3 – derivă; 4 – stâlp de susţinere.*

După numărul de pale turbinele pot fi: cu 2 sau 3 pale şi cu pale multiple. Cele cu pale puţine solicită viteze minime ale vântului mai mari, dar puterea creşte odată cu viteza vântului. Turbinele cu pale multiple pornesc la o viteză mai mică a vântului, dar puterea nu creşte o dată cu creşterea vitezei acestuia.

După poziţia axului turbinei acestea pot fi: cu ax orizontal sau cu ax vertical. Mau des utilizate sunt cele cu ax orizontal.

Verificarea cunoştinţelor

1. Care sunt principalele surse de energii regenerabile utilizate în horticultură?
2. La ce tipuri de motoare cu ardere internă se pretează uleiul vegetal pur ca biocombustibil?
3. Menţionaţi avantajele utilizării energiei solare în horticultură.
4. Care este principiul care stă la baza convertirii energiei solare în energie electrică?
5. Care sunt avantajele şi dezavantajele turbinelor eoliene multipale?

5. MOTOARE TERMICE CU ARDERE INTERNĂ

Motorul termic cu ardere internă *este o maşină de forţă care transformă energia calorică rezultată din arderea unui combustibil în energie mecanică, prin intermediul evoluţiei unui fluid, denumit fluid motor.*

5.1. Clasificarea motoarelor termice

Clasificarea motoarelor termice cu ardere internă se face după mai multe criterii:

1. După modul de aprindere a combustibilului:

- motoare cu aprindere prin scânteie – MAS;
- motoare cu aprindere prin comprimare – MAC.

2. După numărul de curse ale pistonului la un ciclu motor:

- motoare cu funcţionare în doi timpi (realizează ciclul de funcţionare la două curse simple ale pistonului);
- motoare cu funcţionare în patru timp (realizează ciclul de funcţionare la patru curse simple ale pistonului);

3. După natura agentului de răcire:

- motoare răcite cu lichid
- motoare răcite cu aer.

4. După locul de formare a amestecului carburant (aer-combustibil):

- motoare cu formarea amestecului în interiorul cilindrilor;
- motoare cu formarea amestecului în exteriorul cilindrilor.

5. După numărul cilindrilor:

- motoare monocilindrice;
- motoare policilindrice.

6. După poziţia cilindrilor:

- motoare în linie;
- motoare în **V;**
- motoare în stea;
- motoare în **X**;
- motoare în **H**;
- motoare cu cilindrii opuşi.

7. După starea de agregare a combustibilului:

- motoare cu combustibil gazos;
- motoare cu combustibil lichid;
- motoare cu combustibil lichid şi gazos.

5.2. Funcţionarea motorului termic cu ardere internă în patru timpi

Motorul termic cu ardere internă este o maşină complexă care realizează ciclul său funcţional prin succesiunea a patru faze, la patru curse simple ale pistonului în cilindru, respectiv, la două rotaţii complete ale arborelui motor (fig. 5.1).

În timpul funcţionării, pistonul se deplasează între două puncte extreme denumite puncte moarte, deoarece în aceste puncte viteza pistonului este zero.

Punctul mort interior **PMI** corespunde poziţiei pistonului în cilindru pentru care volumul ocupat de fluidul motor este minim.

Punctul mort exterior **PME** corespunde poziţiei pistonului în cilindru pentru care volumul ocupat de fluidul motor este maxim.

Cursa pistonului **S** reprezintă spaţiul parcurs de piston între cele două puncte moarte şi se măsoară în mm.

Alezajul **D** reprezintă diametrul interior al cilindrului. Se măsoară în mm.

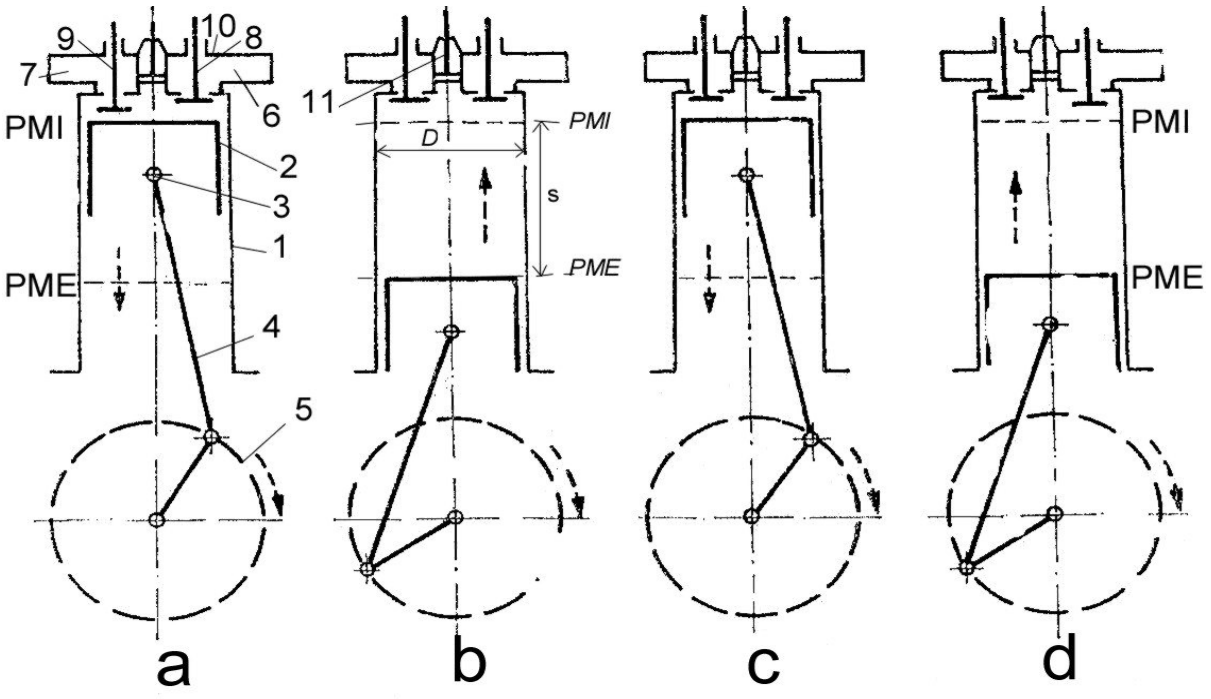


Figura 5.1. Funcţionarea motorului cu ardere internă în patru timpi: *a – admisia; b – compresia; c – detenta; d – evacuarea; 1 – cilindru; 2 – piston; 3 – bolţ; 4 – bielă; 5 – arbore motor; 6 – galerie evacuare; 7 – galerie admisie; 8 – supapă evacuare; 9 – supapă admisie; 10 – chiulasă; 11 - bujie sau injector; PMI – punct mort interior; PME – punct mort exterior; s – cursa pistonului; D – alezajul (diametrul cilindrului).*

Cilindreea unitară $\mathbf{V_s}$ reprezintă volumul generat de piston în cursa s şi se determină cu relaţia:

$$V_s = 10^{-6} (\pi D^2/4)\, S, \ [dm^3; l] \qquad (5.1)$$

Volumul camerei de ardere $\mathbf{V_c}$ reprezintă volumul minim ocupat de fluidul motor când pistonul se află la PMI.

Volumul de admisie V_a reprezintă volumul maxim ocupat de fluidul motor în interiorul cilindrului când pistonul se găseşte la PME. Se determină cu relaţia:

$$V_a = V_s + V_c, \ [dm^3; l] \qquad (5.2)$$

Raportul de comprimare ε reprezintă raportul dintre volumul de admisie şi volumul camerei de ardere:

$$\varepsilon = V_a / V_c \ , \qquad (5.3)$$

Raportul de comprimare este diferit pentru cele două tipuri de motoare: ε = 6 – 12 pentru MAS şi 16 – 24 pentru MAC.

Ciclul motor reprezintă ciclul funcţional al motorului şi constă în succesiunea unor procese termice ce se desfăşoară în cilindrii motorului şi se repetă periodic. Procesele termice ale ciclului motor sunt: **admisia, compresia, arderea-detenta şi evacuarea.** La motorul în patru timpi ciclul motor se desfăşoară astfel:

- **Timpul I** – admisia: pistonul se deplasează de la PMI la PME (fig.5.1.a), se deschide supapa de admisie şi în cilindru este aspirat aer la MAC (motoarele cu aprindere prin comprimare), sau amestec carburant (aer + benzină) la MAS (motoarele cu aprindere prin scânteie).
- **Timpul II** – comprimarea: pistonul se deplasează de le PME la PMI (fig.5.1.b), ambele supape sunt închise şi are loc comprimarea aerului sau a amestecului carburant. La MAC la sfârşitul acestei faze începe injecţia combustibilului sub formă de stropi fini, care se autoaprinde datorită temperaturii ridicate a aerului comprimat şi începe procesul de ardere care se desfăşoară la presiune constantă. La MAS, la sfârşitul acestui timp, se produce scânteia electrică între electrozii bujiei, amestecul carburant se aprinde şi începe procesul de ardere, care se desfăşoară la volum constant.
- **Timpul III** – detenta: gazele rezultate din ardere se destind brusc, apasă pe piston şi determină deplasarea acestuia de la PMI la PME (fig. 5.1.c). Aceasta este singura cursă activă (generatoare de lucru mecanic) din ciclul motor.
- **Timpul IV** – evacuarea: pistonul se deplasează de la PME la PMI, supapa de evacuare se deschide, iar gazele de ardere sunt evacuate în afara motorului. Cu timpul patru se încheie un ciclu motor, începe o nouă admisie, un nou ciclu motor.

Motoarele MAC se deosebesc de cele MAS în special prin valorile mari ale presiunii la sfârşitul procesului de comprimare, necesare pentru autoaprinderea combustibilului fin pulverizat (tabelul 5.1). Pentru procesele de admisie, detentă şi evacuare valorile presiunii şi temperaturii sunt apropiate.

Tabelul 5.1

Valorile presiunii şi temperaturii la sfârşitul proceselor termice ale ciclului motor

Procesul termic	M.A.S.		M.A.C.	
	P (daN/cm^2)	T (^{0}C)	P (daN/cm^2)	T (^{0}C)
ADMISIA	0,85-0,95	80-90	0,85-0,95	90-100
COMPRIMAREA	**5-12**	**250-700**	**30-45**	**600-700**
ARDEREA	25-45	1800-2000	35-50	1800-2000
DETENTA	3-5	1000	2-4	1000
EVACUAREA	1,1-1,25	600-800	1,1-1,25	500-700

Funcţionarea motoarelor termice cu ardere internă în patru timpi poate fi reprezentată grafic prin variaţia în funcţie de volumul cilindrului în timpul unui ciclu motor (fig.5.2 şi fig. 5.3).

Din analiza graficelor din figurile **5.2. a** şi **b**, corespunzătoare funcţionării motorului cu aprindere prin scânteie în patru timpi, rezultă că ciclul real diferă de ciclul teoretic prin:

- Supapele de admisie şi de evacuare se deschid cu avans şi se închid cu întârziere faţă de punctele moarte ale pistonului pentru o umplere mai bună a cilindrului cu amestec carburant şi o evacuare mai bună a gazelor arse;

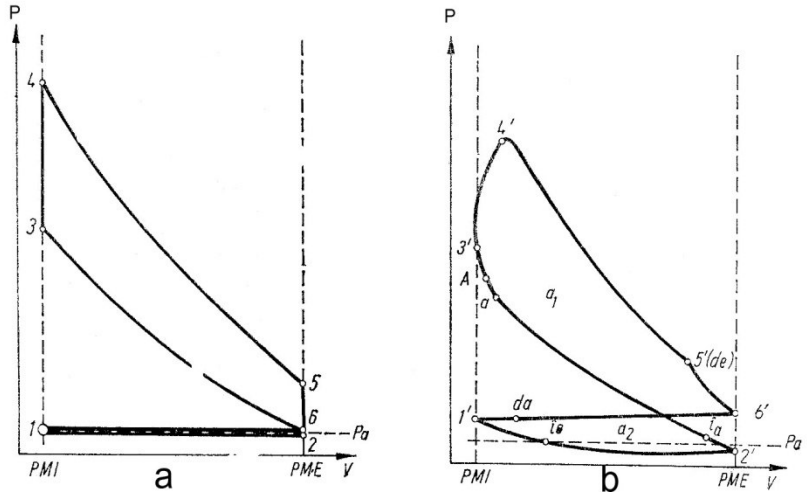


Figura 5.2. Diagrama ciclului de funcţionare al unui motor cu aprindere prin scânteie în patru timpi:

a. – ciclul teoretic: *1 – 2 – admisia amestecului carburant; 2 – 3 – comprimarea (adiabatică) amestecului carburant; 3 – 4 – arderea (la volum constant); 4 – 5 – detenta adiabatică a gazelor; 5 – 6 – 1 – evacuarea gazelor arse; PMI – punctul mort inferior; PME – punctul mort exterior; V – volumul interior al cilindrului; P – presiunea în interiorul cilindrului; P_a – presiunea atmosferică:*

b. – ciclul real: *d_a – $î_a$ – deschiderea şi închiderea supapei de admisie; d_e – $î_e$ – deschiderea şi închiderea supapei de evacuare; a – formarea scânteii electrice (cu avans); A – începutul arderii; a_1 – lucrul mecanic primit; a_2 - lucrul mecanic pierdut; d_a – 1^I – 2^I – $î_a$ – admisia; $î_a$ – A – compresia; A – 3^I - 4^I – arderea; 4^I – 5^I – detenta; 5^I - 6^I – 1^I - $î_e$ – evacuarea.*

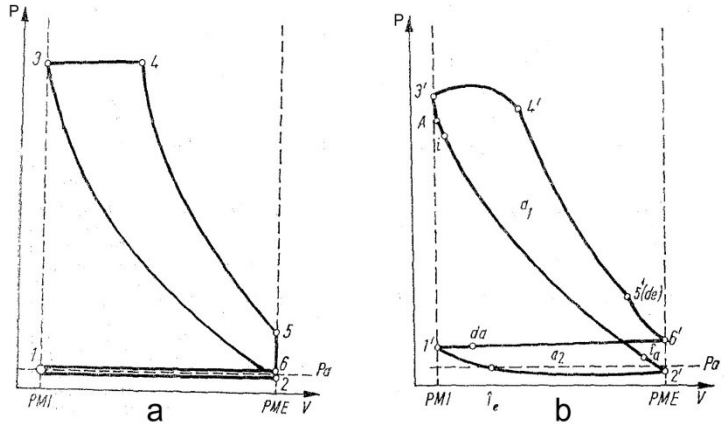


Figura 5.3. Diagrama ciclului de funcţionare al unui motor cu aprindere prin comprimare în patru timpi:

a. – ciclul teoretic: 1 – 2 – admisia aerului; 2 - 3 – comprimarea (adiabatică) a aerului; 3 – 4 – injecţia şi arderea (la presiune constantă) a combustibilului; 4 - 5 – detenta (adiabatică) a gazelor; 5 – 6 – 1 – evacuarea gazelor;

b. – ciclul real: *d_a – $î_a$ – deschiderea şi închiderea supapei de admisie; d_e – $î_e$ – deschiderea şi închiderea supapei de evacuare; i – începutul injecţiei (cu avans); A – începutul arderii; a_1 – lucrul mecanic primit; a_2 - lucrul mecanic pierdut; ; d_a – 1^I – 2^I – $î_a$ – admisia; $î_a$ – A – compresia; A – 3^I - 4^I – arderea; 4^I – 5^I – detenta; 5^I - 6^I – 1^I - $î_e$ – evacuarea.*

- ❖ Procesul de ardere se realizează cu variaţie de volum;
- ❖ Procesele de ardere şi de evacuare se desfăşoară cu o variaţie a presiunii în interiorul cilindrilor;
- ❖ Scânteia pentru aprinderea amestecului carburant se produce cu avans.

Din analiza graficelor din figurile **5.3. a** şi **b**, corespunzătoare funcţionării motorului cu aprindere prin comprimare în patru timpi, se constată că ciclul real diferă de ciclul teoretic prin următoarele:

- ❖ Supapele de admisie şi de evacuare se deschid cu avans şi se închid cu întârziere faţă de punctele moarte ale pistonului pentru o umplere mai bună a cilindrului cu amestec carburant şi o evacuare mai bună a gazelor arse;
- ❖ Presiunea din interiorul cilindrilor la începutul admisiei este superioară presiunii atmosferice, după care scade sub valoarea presiunii atmosferice, datorită deplasării pistonului către PME;
- ❖ Presiunea pe parcursul arderii considerată teoretic constantă, înregistrează în realitate o uşoară creştere;
- ❖ Injecţia motorinei se produce cu avans faţă de ajungerea pistonului la PMI;
- ❖ Evacuarea gazelor arse se face la presiune superioară celei atmosferice.

Analizând diagramele reale de funcţionare ale celor două tipuri de motoare, rezultă că deosebirea fundamentală constă în modul de desfăşurare al procesului de ardere, care are loc la presiune constantă şi volum variabil.

Verificarea cunoştinţelor

1. Care sunt fazele ciclului motor la motorul termic cu ardere internă?
2. Care este scopul pentru care supapele de admisie şi de evacuare se deschid cu avans şi se închid cu întârziere faţă de punctele moarte ale pistonului?
3. Menţionaţi care din cei patru timpi ai ciclului motor este timp activ?
4. Care este deosebirea esenţială dintre MAC şi MAS?
5. Ce reprezintă PMI?
6. Ce reprezintă cursa pistonului **S**?

5.3. PĂRŢILE COMPONENTE ALE MOTORULUI CU ARDERE INTERNĂ

Motorul cu ardere internă este un ansamblu constructiv complex, alcătuit din mecanisme şi sisteme funcţionale, la care se adaugă aparatura de control.

5.3.1. Mecanismul motor

Mecanismul motor asigură spaţiul în care se desfăşoară procesele de lucru ale motorului şi transformă mişcarea rectilinie-alternativă a pistonului în mişcare de rotaţie continuă a arborelui cotit şi invers (mişcare de rotaţie continuă a arborelui cotit în mişcare rectilinie-alternativă a pistonului).

Mecanismul motor se compune din părţi fixe şi părţi mobile (mecanism bielă-manivelă). Părţile fixe sunt reprezentate prin: *blocul cilindrilor, carter, cilindrii şi chiulasă*. De regulă, blocul cilindrilor este realizat împreună cu carterul superior ca piesă unică şi este denumit *bloc motor sau bloc carter.* Părţile mobile sunt reprezentate prin: piston, segmenţi, ax piston (bolţ), bielă, arbore cotit (arbore motor) şi volantă.

5.3.1.1. ***Bloc motor*** este realizat din fontă sau aliaje de aluminiu, prin turnare, sub forma unei piese unice. La partea superioară se găseşte amplasat blocul cilindrilor, iar la partea inferioară, carterul superior. Blocul cilindrilor prezintă locaşuri

pentru cilindri, spaţii pentru circulaţia lichidului de răcire (cămaşa de răcire a cilindrilor), orificii filetate pentru montarea chiulasei, locaşuri pentru tijele împingătoare etc. La partea superioară se prelucrează mecanic şi se planează. Carterul superior prezintă lagăre paliere pentru montarea arbore4lui cotit, canale pentru circulaţia uleiului, lagăre pentru arborele cu came, locaşuri pentru montarea tacheţilor, orificii filetate pentru montarea carterului inferior etc.

5.3.1.2. Cilindrul asigură spaţiul necesar desfăşurării proceselor de lucru ale motorului. La partea superioară este închis de chiulasă, iar la partea inferioară de piston, care se deplasează în interiorul lui. Este realizat prin turnare din fontă aliată. Cilindrul poate fi fix(turnat direct în blocul motor) sau amovibil (demontabil). Cilindrul amovibil poate fi de tip umed (când lichidul de răcire vine în contact cu pereţii săi exteriori), sau uscat (lichidul de răcire vine în contact cu pereţii locaşului nu cu cei ai cilindrului). Partea interioară a cilindrilor este prelucrată mecanic şi tratată termic. La cilindrii amovibili uscaţi este prelucrată mecanic şi partea exterioară. Cilindrii amovibili umezi au prelucrată mecanic numai zona exterioară de la bază, unde sunt prevăzute şi canale pentru montarea inelelor sau garniturilor de etanşare şi un guler de ghidare la partea superioară.

5.3.1.3. Chiulasa are rolul de a închide cilindrii la partea superioară şi este realizată prin turnare din fontă sau aliaje de aluminiu. La partea inferioară se prelucrează mecanic şi se planează, pentru etanşare. Chiulasa prezintă canale de admisie şi de evacuare, orificii de admisie şi de evacuare închise de supape, spaţii pentru circulaţia lichidului de răcire (cămaşa de răcire a chiulasei), locaşuri pentru montarea injectoarelor, orificii filetate, locaşuri pentru tijele împingătoare etc. Etanşarea chiulasei cu blocul cilindrilor se realizează cu ajutorul unei garniturii speciale numită garnitură de chiulasă şi este realizată din klingherit.

5.3.1.4. Pistonul (fig.5.4) asigură închide cilindrul la partea inferioară şi etanşarea acestuia (împiedică scăparea gazelor în baia de ulei), transmite bielei forţa de presiune a gazelor arse şi asigură ghidarea acesteia. Este realizat din aliaje de aluminiu pentru a avea o masă redusă (inerţie mică în punctele moarte).

Pistonul este compus din: capul pistonului, zona de etanşare, zona de ghidare, şi umerii pistonului. Capul pistonului asigură preluarea forţei gazelor de ardere. Forma sa diferă: la MAS capul pistonului este plat sau bombat, iar la MAC cu injecţie directă prezintă o escavaţie numită cameră de turbionare, cu rol de omogenizare a amestecului rezultat dintre motorina injectată şi aerul comprimat. Zona de etanşare prezintă canale pentru montarea segmenţilor. Umerii pistonului asigură montarea axului pistonului şi implicit a bielei.

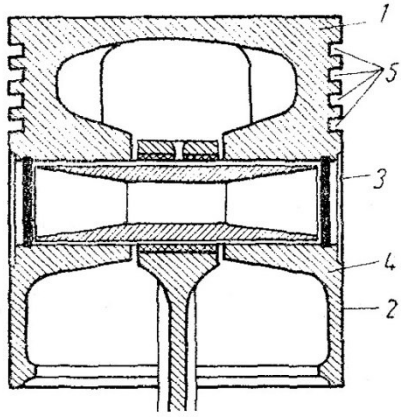


Figura 5.4. Pistonul unui motor cu ardere internă: *1 – capul pistonului; 2 – zona de ghidare; 3 – orificii pentru montarea bolţului; 4 – umerii pistonului; 5 – canale pentru segmenţi.*

Pistonul este realizat cu conicitate controlată, astfel încât la temperatura de lucru a motorului să ia formă cilindrică.

5.3.1.5. Segmenţii (fig.5.5) au rolul de a asigura etanşeitatea dintre piston şi cilindru şi se prezintă sub formă de inele cu fante. Se montează în canalele exterioare ale pistonului şi sunt de două feluri: segmenţi de compresie şi segmenţi de ungere.

Segmenţii de compresie se montează în canalele superioare ale pistonului şi au rolul de etanşeitate dintre piston şi cilindru.

Segmenţii de ungere se montează în canalele următoare ale pistonului care sunt prevăzute cu orificii şi au rolul de a asigura o peliculă uniformă de ulei pe pereţii cilindrului.

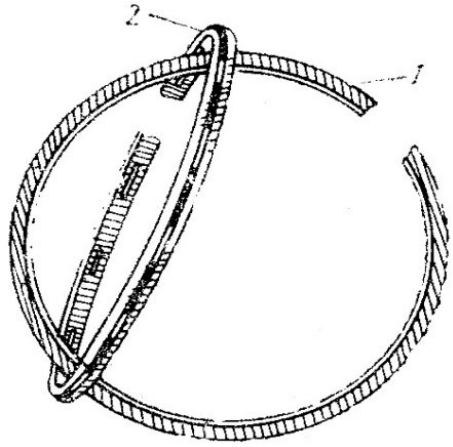


Figura 5.5. Segmenţi: 1 – segment de compresie; 2 – segment de ungere.

Segmenţii de ungere se montează în canalele următoare ale pistonului care sunt prevăzute cu orificii şi au rolul de a asigura o peliculă uniformă de ulei pe pereţii cilindrului.

Segmenţii sunt realizaţi din fontă perlitică şi sunt trataţi termic.

5.3.1.6. Axul pistonului (bolţul) asigură legătura dintre piston şi bielă. Este realizat din oţel aliat, gol pe interior pentru a reduce masa şi este tratat termic. Bolţul se poate monta : mobil în umerii pistonului şi fix în capul mic al bielei, fix în umerii pistonului şi mobil în capul mic al bielei, mobil în umerii pistonului şi mobil în capul mic al bielei. Ultima soluţie asigură o uzură redusă şi uniformă a bolţului.

5.3.1.7. Biela (fig. 5.6) asigură transmiterea forţei de la piston la arborele cotit şi împreună cu acesta transformă mişcarea rectilinie alternativă a pistonului în mişcare de rotaţie. Este confecţionată din oţel aliat prin matriţare. Este compusă din:

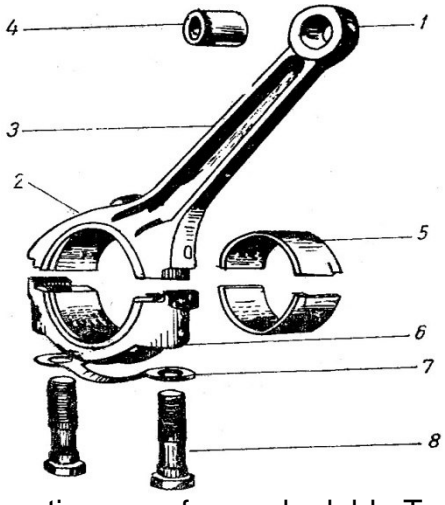


Figura 5.6. Biela: 1 - capul mic; 2 – capul mare; 3 – corpul bielei (tija); 4 – bucşă; 5 – cuzineţi; 6 – capac; 7 – siguranţă; 8 – şuruburi.

capul mare , corpul sau tija şi capul mic. Capul mare este secţionat oblic şi se montează articulat pe fusul maneton al arborelui cotit prin intermediul cuzineţilor. Capul mic este prevăzut cu bucşe din bronz sau aliaje antifricţiune şi se montează articulat pe bolţul pistonului. Corpul bielei în secţiune are forma de dublu T pentru a rezista la solicitarea de flambaj.

5.3.1.8. Arborele motor (arborele cotit) (fig. 5.7) este realizat din fontă maleabilă sau oţel aliat. Este format din:fusuri paliere, fusuri manetoane, braţe de manivelă (manivelă), flanşă pentru volantă şi partea de calare. Fusurile paliere sunt dispuse pe aceeaşi linie şi servesc la montarea arborelui în carter prin intermediul lagărelor paliere. Fusurile manetoane sunt decalate faţă de cele paliere în funcţie de numărul cilindrilor, pe ele se montează bielele prin intermediul capului mare. Fusurile paliere şi manetoane sunt prelucrate mecanic foarte fin şi tratate termic pentru mărirea durităţii. Braţele de manivelă fac legătura între fusurile paliere şi fusurile manetoane. Partea de calare este prevăzută cu locaşuri de pană pentru montarea roţilor dinţate, de lanţ sau de cure. De cele mai multe ori arborele motor este prevăzut cu canale interioare pentru circulaţia uleiului între fusurile paliere şi fusurile manetoane.

Arborele cotit însumează lucrul mecanic produs în fiecare cilindru şi-l trimite utilizatorului şi sistemelor auxiliare ale motorului.

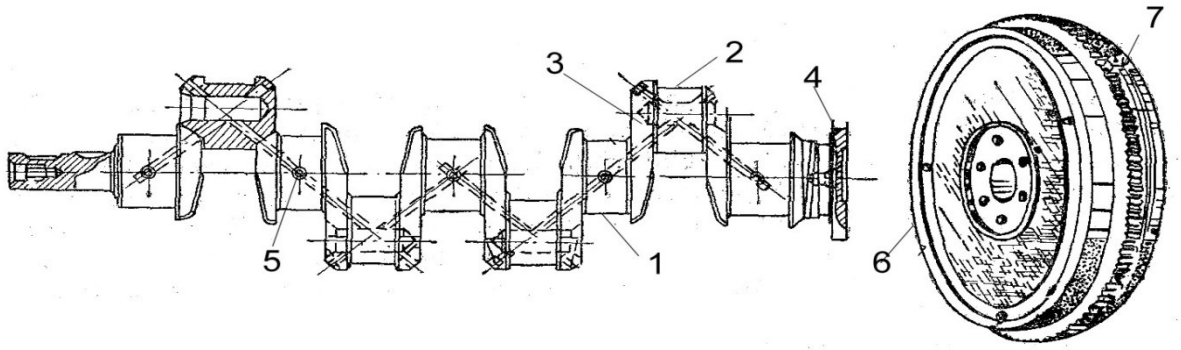


Figura 5.7. Arborele cotit şi volanta: 1 – fus palier; 2 - fus maneton; 3 – braţ de manivelă; 4 – flanşă; 5 – orificiu de ungere; 6 – volant; 7 – coroană dinţată.

5.3.1.9. Volanta are rolul de uniformizare a mişcării de rotaţie a arborelui cotit. Ea înmagazinează energia din timpul activ (detentă) şi o cedează pentru executarea timpilor pasivi (admisie, comprimare, evacuare) ai ciclului motor.

5.3.2. Mecanismul de distribuţie a gazelor

Mecanismul de distribuţie a gazelor asigură deschiderea periodică a orificiilor de admisie şi evacuare la momente bine stabilite de diagrama de funcţionare a motorului şi în ordinea de funcţionare a cilindrilor.

După modul de deschidere a orificiilor de admisia şi evacuare, mecanismele de distribuţie se clasifică în:

a) *mecanisme de distribuţie cu ferestre* – prezente la motoarele termice cu funcţionare în doi timpi;
b) *mecanisme de distribuţie cu supape* **- prezente la motoarele termice cu funcţionare în patru timpi.**

Mecanisme de distribuţie cu supape, după sensul de acţionare a supapelor şi după modul de dispunere se clasifică în:

a) *mecanisme de distribuţie cu comandă inferioară*, la care supapele sunt montate lateral faţă de cilindru şi sunt acţionate de jos în sus;
b) *mecanisme de distribuţie cu comandă superioară* (fig.5.8), la care supapele sunt montate în chiulasă (în capul cilindrului) şi sunt acţionate de sus în jos

Majoritatea motoarelor moderne sunt prevăzute cu distribuţie cu comandă superioară pentru că asigură o cameră de ardere cu rază mică, o ardere mai completă şi o evacuare mai bună a gazelor arse.

Mecanisme de distribuţie cu comandă superioară are în componenţă: *arbore cu came, tacheţi, tije împingătoare, ansamblul culbutorilor (culbutori, axă, suporţi, arcuri), supape de admisie şi de evacuare, arcurile supapelor, elemente de fixare a arcurilor pe supape (discuri,siguranţe), ghidurile supapelor şi mecanismul de antrenare* a arborelui cu came de către arborele motor.

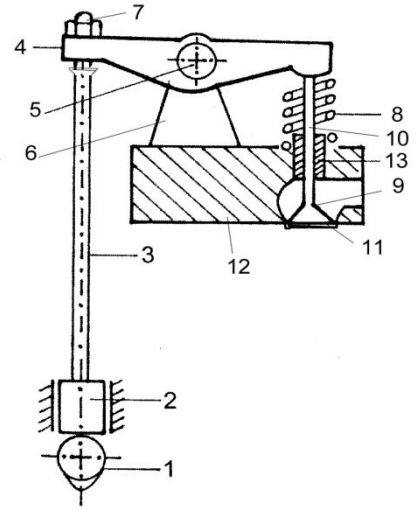


Figura 5.8. Mecanisme de distribuţie cu comandă superioară: 1 – arbore cu came; 2 – tachet; 3 – tijă împingătoare; 4 – culbutor; 5 – axul culbutorului; 6 – suportul culbutorului; 7 – şurub de reglaj; 8 – arc de supapă; 9 – supapă; 10 – tija supapei; 11 – talerul supapei; 12 – chiulasă; 13 – ghidul supapei.

Arborele cu came (fig. 5.9) comandă deschiderea supapelor şi este realizat din oţel aliat, având fusurile paliere şi camele tratate termic. Primeşte mişcarea de la arborele cotit în raport de 2/1 (la două rotaţii ale arborelui cotit, arborele cu came execută o rotaţie completă).

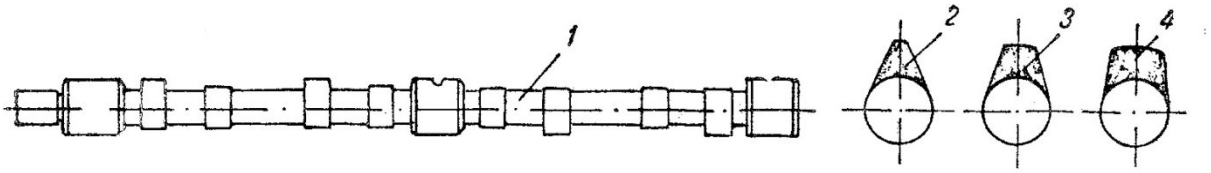


Figura 5.9. 1 – arbore cu came; 2, 3, 4 – diferite profile de came.

Tacheţii transmit mişcarea la tija supapei direct (la motoarele moderne cu arborele cu came montat în chiulasă) sau indirect prin tije împingătoare. Sunt realizaţi din oţel aliat şi trataţi termic. Pot fi realizaţi în formă de **T**, de pahar cilindric etc.

Tijele împingătoare transmit mişcarea de la tacheţi la culbutori. Sunt realizate din ţeavă de oţel, înfundate la partea inferioară cu o semisferă, iar la cea superioară cu o cupă.

Culbutorii (fig.5.10) reprezintă pârghii cu braţe inegale şi transmit mişcarea de la tijele împingătoare la supape. Pe unul din braţe culbutorii sunt prevăzuţi cu

şuruburi de reglaj al jocului de dilatare termică dintre capul supapei şi capul culbutorului.

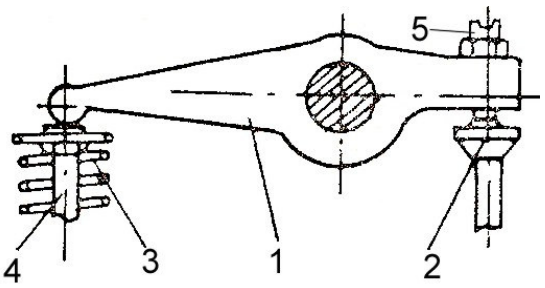


Figura 5.10. Culbutorul: 1 – corpul culbutorului; 2 – tijă împingătoare; 3 – arcul supapei; 4 – tija supapei; 5 – şurub de reglaj.

Axul culbutorilor este confecţionat din oţel, are secţiune circulară şi este gol pe interior pentru a permite circulaţia uleiului în vederea ungerii culbutorilor. Pe el se montează culbutorii şi arcurile de distanţare a acestora, pentru a împiedica deplasarea laterală a lor.

S*upapele* au rolul de a închide orificiile de admisie a aerului sau amestecului carburant şi orificiile de evacuare a gazelor arse. Sunt realizate din oţel înalt aliat, pentru a rezista la uzură şi la temperaturi ridicate. O supapă este alcătuită din taler şi tijă (fig.511). Motoarele cu funcţionare în patru timpi au pentru fiecare cilindru minim o supapă de admisie şi una de evacuare. La motoarele moderne se montează şi trei sau patru supape pe cilindru (fig 5.12). Se asigură astfel umplerea mai bună a cilindrilor cu aer sau amestec carburant şi evacuarea completă a gazelor arse.

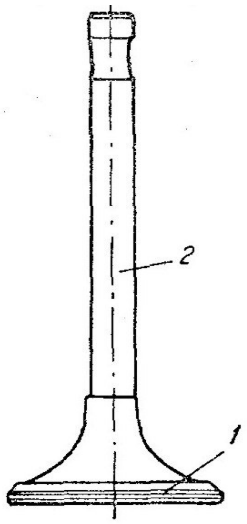


Figura 5.11. Supapă: 1 – talerul supapei; 2 – tija supapei

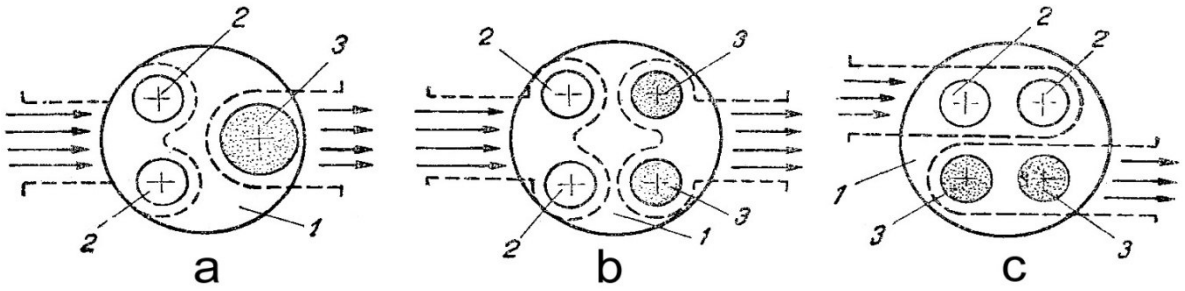


Figura 5.12. Cilindrii cu trei şi patru supape: a – două supape de admisie şi una de evacuare; b şi c – două supape de admisie şi două de evacuare; 1 – cilindrii; 2 – supape de admisie; 3 – supape de evacuare.

Arcurile pentru supape asigură închiderea supapelor şi sunt fixate cu ajutorul unor discuri din oţel şi siguranţe tronconice.

Ghidul supapei are formă tubulară, este realizat din bronz sau fontă şi se introduce presat în locaşul său din chiulasă. Are rolul de a susţine şi ghida supapa.

Verificarea cunoştinţelor

1. Enumeraţi părţile fixe ale mecanismului motor.
2. Enumeraţi părţile mobile ale mecanismului motor.
3. Care este rolul mecanismului motor?
4. Care este rolul mecanismului de distribuţie a gazelor?
5. Enumeraţi părţile componente ale mecanismului de distribuţie a gazelor cu comandă superioară.
6. Care este rolul supapelor în cadrul mecanismului de distribuţie a gazelor cu supape?

5.3.3. Sistemul de alimentare al motoarelor termice

Sistemul de alimentare al motoarelor termice diferă în special după modul de aprindere a amestecului carburant în cilindrii motorului (motoare cu aprindere prin scânteie sau cu aprindere prin comprimare). Din acest punct de vedere se va trata separat sistemul de alimentare al motoarele cu aprindere prin scânteie (MAS) şi separat sistemul de alimentare al motoarele cu aprindere prin comprimare (MAC).

5.3.3.1. Sistemul de alimentare al motoarele cu aprindere prin comprimare

Sistemul de alimentare al motoarele cu aprindere prin comprimare are rolul de a păstra în imediata apropiere a motorului o cantitate de carburant necesară funcţionării acestuia pe durata unui schimb de lucru, de a curăţa de impurităţi carburantul şi aerul care pătrund în cilindrii şi de a introduce carburantul sub formă de picături fine în cilindrii motorului în funcţie de sarcina acestuia, la momente bine determinate de diagrama de funcţionare a motorului şi în ordinea de funcţionare a cilindrilor.

Sistemul de alimentare are în componenţă două părţi principale: *partea de alimentare cu carburant şi partea de alimentare cu aer.*

Partea de alimentare cu carburant (fig. 5.12) are în componenţă: rezervor de combustibil, robinet de trecere, pompă de alimentare, filtre de motorină (grosier şi fin) pompă de injecţie, regulator de turaţie, injectoare, sistem de uşurare a pornirii pe timp rece, conducte de joasă presiune, conducte de înaltă presiune, conducte de retur a combustibilului de la pompa de injecţie şi de la injectoare.

Partea de alimentare cu aer are în componenţă: filtru de aer de tip mixt, racord de legătură, galerie de admisie.

Funcţionare. Carburantul din rezervor ajunge la pompa de alimentare prin cădere sau aspiraţie, care realizează o presiune de 2 – 4 barri, necesară învingerii rezistenţei opusă de filtrele de combustibil, care reţin impurităţile. Combustibilul filtrat ajunge în pompa de injecţie care ridică presiunea până la valoarea presiunii de injecţie, dozează combustibilul în funcţie de sarcina motorului, o distribuie la

injectoare în ordinea de funcţionare a cilindrilor şi la momente bine determinate de diagrama de funcţionare a motorului.

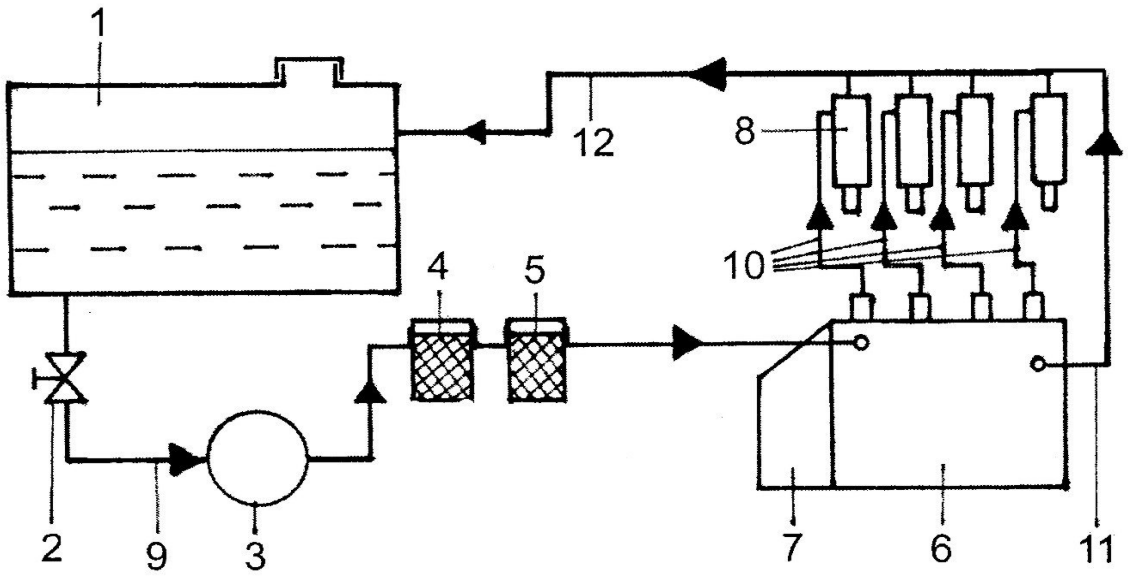


Figura 5.13. Schema sistemului de alimentare la MAC: 1 – rezervor de combustibil; 2 – robinet de trecere; 3 – pompă de alimentare; 4 – filtru grosier de combustibil; 5 – filtru fin de combustibil; 6 – pompă de injecţie; 7 – regulator de turaţie; 8 – injectoare; 9 – conducte de joasă presiune; 10 – conducte de înaltă presiune; 11 – conductă de retur a surplusului de combustibil de la pompa de injecţie; 12 - conductă de retur a surplusului de combustibil de la injectoare.

Regulatorul de turaţie reglează turaţia motorului în funcţie de sarcina acestuia prin modificarea debitului.

Elementul de bază în cadrul sistemului de alimentare la MAC îl reprezintă pompa de injecţie. Pompele de injecţie pot fi de două feluri: *pompe de injecţie cu elemenţi în linie şi pompe* de injecţie *cu rotor de pompare şi distribuţie.*

A. Pompa de injecţie cu elemenţi în linie are în componenţă câte un element de pompare pentru fiecare injector. Este alcătuită din: corpul pompei, arbore cu came, elemenţi de pompare, şi cremalieră. În corpul pompei este montat şi regulatorul centrifugal de turaţie. La baza corpului pompei este montat arborele cu came. Numărul de came corespunde cu numărul de elemenţi de pompare. Camele sunt decalate la 90^0 una de alta.

Un element de pompare (fig.5.14) are în componenţă: tachet cu rolă, pistonaş, cilindru, arc de revenire, supapă de refulare şi sector dinţat (sau braţ de acţionare).

Funcţionarea elementului de pompare. Când pistonaşul este coborât sub acţiunea arcului de revenire, orificiile de admisie sunt eliberate şi carburantul din canalul de alimentare pătrunde în cilindru (admisia). În etapa următoare cama acţionează tachetul care determină ridicarea pistonaşului în cilindru. După obturarea orificiului de admisie, carburantul din cilindru este comprimat şi este refulat prin supapa de

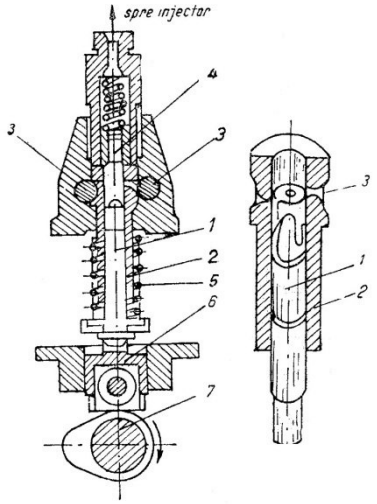


Figura 5.14. Element de pompare cu cursa pistonului constantă: 1 –piston, 2 – cilindru; 3 – orificiile de admisie; 4 – supapă de refulare; 5 – arc; 6 – tachet; 7 – arbore cu came.

refulare spre injector (refularea). Corelarea debitul de carburant cu sarcina motorului se realizează prin rotirea pistonaşului în jurul axei sale. Prin aceasta se modifică poziţia degajării pistonaşului în faţa orificiului de admisie a carburantului în cilindru. Refularea carburantului către injector durează până când degajarea înclinată corespunde cu orificiul de admisie, care devine orificiu de refulare, carburantul fiind refulat înapoi în canalul de alimentare. Astfel, cantitatea de carburant refulată spre injector depinde de cursa activă a pistonaşului.

B. Pompa de injecţie cu rotor de pompare şi distribuţie (fig. 5.15) are în componenţă un singur element care pompează şi distribuie carburantul la toate injectoarele. O pompă de injecţie cu rotor de pompare şi distribuţie este formată din: corp, supapă de regularizare şi uniformizare a debitului, pompă de transfer, cap hidraulic, ventil de dozare, rotor de pompare şi distribuţie, inel cu came interioare şi dispozitiv de reglare automată a avansului la injecţie.

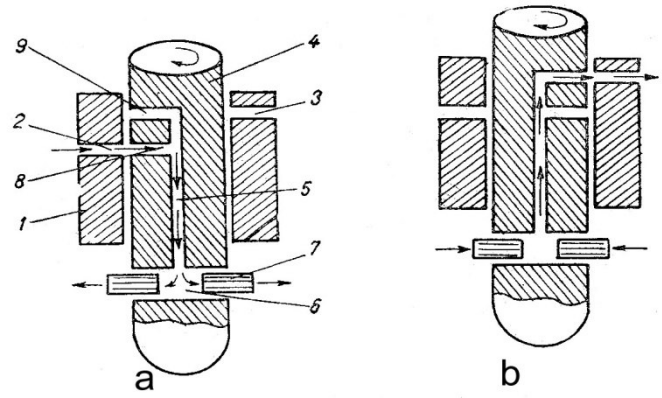


Figura 5.15. Pompa de injecţie cu rotor de pompare şi distribuţie: a – admisia; b – refularea combustibilului. 1 – corpul pompei; 2 – canal de admisie al capului hidraulic; 3 – canal de refulare al capului hidraulic; 4 – distribuitor rotativ; 5 – canal axial; 6 – cameră cilindrică; 7 – pistonaşe; 8 – canal radial de admisie al rotorului; 9 - canal radial de refulare al rotorului.

Funcţionare. Carburantul filtrat de bateria de filtre ajunge în pompa de injecţie prin supapa de regularizare şi uniformizare a debitului de unde este trimis la pompa de transfer care ridică presiunea acestuia la 4 – 7 barri pentru. De la pompa de transfer, carburantul ajunge la ventilul de dozare care reglează debitul şi apoi în canalul radial de admisie al capului hidraulic. La anumite momente canalul radial de admisie al capului hidraulic comunică cu canal radial de admisie al rotorului şi prin canalul axial ajunge între pistonaşele de pompare (în camera cilindrică) când acestea se află între camele inelului (faza de admisie). Comunicarea dintre cele

două canale de admisie se întrerupe, pitonaşele ajung pe o pereche de came, se comprimă carburantul dintre ele şi este trimis sub presiune pe canalul axial la canal radial de refulare al rotorului care comunică în acest moment cu unul din canalele de refulare ale capului hidraulic (faza de refulare). Numărul canalelor de refulare ale capului hidraulic este egal cu numărul de cilindri ai motorului. Acestea comunică cu conductele de înaltă presiune prin care carburantul ajunge la injectoare.

Verificarea cunoştinţelor

1. Enumeraţi părţile principale ale sistemului de alimentare al motoarele cu aprindere prin comprimare.
2. Care este diferenţa dintre pompa de injecţie cu elementi în linie şi pompa de injecţie cu rotor de pompare şi distribuţie?
3. Ce rol au filtrele de combustibil în cadrul sistemului de alimentare?
4. Menţionaţi care este rolul filtrului de aer în cadrul sistemului de alimentare?

5.3.3.2. Sistemul de alimentare al motoarele cu aprindere prin scânteie

Sistemul de alimentare al motoarele cu aprindere prin scânteie poate să fie de tip ***cu carburator*** sau ***cu injecţie pe benzină***. Injecţia pe benzină a apărut ca o necesitate a asigurării unei dozări precise, care să asigure un raport optim între aer şi benzină pentru orice regim de turaţie al motorului. Acest sistem se foloseşte în special la motoarele moderne cu preţ de cost mai ridicat şi care nu echipează încă utilajele horticole (motosape, motocultoare, maşini de stropit, motopompe etc) pe care găsesc, de regulă, montate motoare monocilindrice, simple, uşoare şi ieftine cu carburator.

A. Sistemul de alimentare cu carburator al motoarele cu aprindere prin scânteie (fig. 5.16) are rolul de a păstra în imediata apropiere a motorului o cantitate de carburant necesară funcţionării acestuia pe o anumită perioadă de timp, curăţă aerul şi carburantul de impurităţi, formează şi dozează amestecul carburant în funcţie de sarcina motorului şi conduce amestecul carburant în cilindrii motorului.

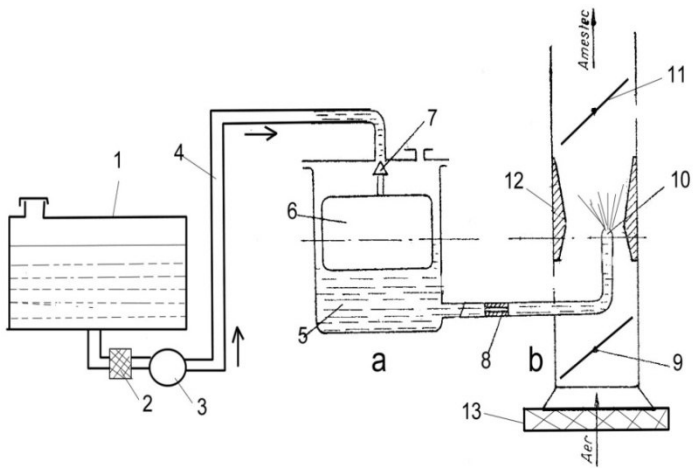


Figura 5.16. Schema sistemului de alimentare cu carburator: *a – camera de nivel constant; b – camera de amestec*; 1 – rezervor; 2 – filtru de carburant; 3 – pompă de alimentare; 4 – conductă de carburant, 5 – carburant în camera de nivel constant; 6 – plutitor; 7 – cui obturator; 8 - jiclor; 9 – clapetă de aer (de şoc); 10 – pulverizator; 11 – clapeta de amestec; 12 – difuzor; 13 – filtru de aer.

Un astfel de sistem are în componenţă următoarele părţi: rezervor de carburant, filtru de combustibil, pompă de alimentare, carburator, conducte de combustibil, filtru de aer, galerie de admisie, galerie de evacuare.

Componenta de bază a sistemului o constituie carburatorul. El este format din două părţi principale: *camera de amestec şi camera de nivel constant*. În camera de nivel constant se găseşte plutitorul, cuiul obturator şi jiclorul (un orificiu calibrat). Un canal face legătura între camera de nivel constant şi camera de amestec. În camera de amestec se găseşte: difuzorul, clapeta de aer sau de şoc, clapeta de amestec şi pulverizatorul.

Funcţionare. Carburantul din rezervor este absorbit de pompa de alimentare şi trimis în camera de nivel constant. Plutitorul şi cuiul obturator menţin nivelul constant în cameră. Nivelul carburantului din camera de nivel constant trebuie să se situeze cu 1 - 2 mm sub nivelul orificiului pulverizatorului din camera de amestec. Datorită depresiunii create în cilindru de coborârea pistonului în cursa de admisie, aerul din atmosferă este aspirat prin filtrul de aer şi pătrunde în camera de amestec pe lângă clapeta de aer (clapeta de aer serveşte la uşurarea pornirii motorului pe timp rece). În zona difuzorului, datorită îngustării secţiunii de trecere, viteza curentului de aer creşte foarte mult (peste 130m/s) iar depresiunea în zona difuzorului se amplifică. În aceiaşi zonă se găseşte amplasat şi orificiul pulverizatorului. Depresiunea creată determină aspiraţia carburantului din camera de nivel constant în camera de amestec, prin canalul de legătură dintre cele două camere. Jiclorul montat pe canalul de legătură reglează debitul de carburant. În camera de amestec carburantul care iese prin orificiul pulverizatorului întâlneşte curentul de aer şi este pulverizat în stropi fini, după care se realizează amestecul carburant (aer + benzină). Debitul de amestec este reglat de clapeta de amestec. Carburatorul descris determină formarea unui amestec carburant economic care conţine o parte de benzină şi cincisprezece părţi de aer, care permite obţinerea a două treimi din puterea motorului.

Carburatoarele sunt prevăzute cu o serie de dispozitive auxiliare care permit realizarea unor regimuri de exploatare ce necesită formarea unor amestecuri mai bogate. Aceste regimuri de exploatare sunt: regimul de pornire pe timp rece; regimul de mers în gol; regimul de acceleraţie pentru învingerea sarcinilor momentane şi regimul sarcinilor maxime de lungă durată.

Verificarea cunoştinţelor

1. Care sunt părţile principale ale unui carburator?
2. Care este rolul plutitorului şi al cuiului obturator în camera de nivel constant?
3. Ce rol are camera de amestec a carburatorului?
4. Menţionaţi dispozitivele principale din camera de amestec a carburatorului.
5. Care este rolul clapetei de aer?
6. Care este rolul clapetei de amestec?

5.3.4. Sistemul de aprindere al motoarelor termice cu ardere internă cu aprindere prin scânteie

Acest sistem realizează aprinderea amestecului carburant la momente bine determinate de diagrama de funcţionare a motorului şi în ordinea de funcţionare a cilindrilor motorului.

Tipurile principale de sisteme de aprindere prin scânteie sunt:

- sistemul de aprindere cu magnetou;
- sistemul de aprindere cu baterie şi transformator;
- sistemul de aprindere electronic.

Sistemul de aprindere cu magnetou, datorită simplităţii şi gabaritului redus, echipează de regulă motoarele simple, uşoare, ieftine, de putere mică, care se montează pe motosape, motocultoare, aparate de stropit etc. Este format din: *magnetou (generator de curent alternativ cu magneţi permanenţi), transformator (bobină de inducţie), condensator, ruptor, bujie, întrerupător; conductori de joasă tensiune şi conductori de înaltă tensiune (fişe)*.

Sistemul de aprindere cu baterie şi transformator asigură o pornire mai uşoară a motorului, dar este mai complicat, mai scump pentru că necesită şi baterie de acumulatori electrici. Echipează de regulă motoarele policilindrice, de puteri mai mari.

Părţile componente ale sistemul de aprindere cu baterie şi transformator (fig. 5.16) sunt: *baterie de acumulatori electrici, transformator, condensator, ruptor, distribuitor, bujii, întrerupător, conductori de joasă tensiune şi conductori de înaltă tensiune*.

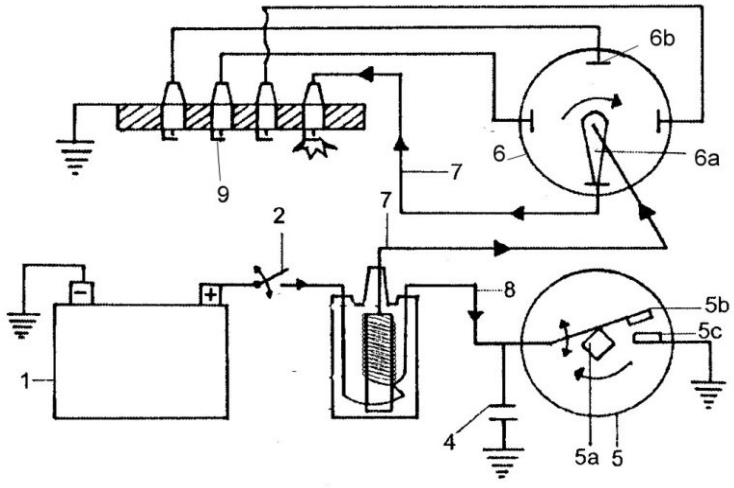


Figura 5.16. Schema sistemului de aprindere cu baterie şi transformator: 1 – baterie de acumulatori; 2 – întrerupător (contact de cheie); 3 – transformator; 4 – condensator; 5 – ruptor; 5a – inel cu came; 5b – ciocănel (partea mobilă a ruptorului); 5c – nicovală (partea mobilă a ruptorului); 6 – distribuitor; 6a – rotor; 6b – ploturi; 7 – fişe (conductori de înaltă tensiune); 8 – conductori de joasă tensiune; 9 – bujii.

Funcţionare. La închiderea circuitului de joasă tensiune (pol pozitiv baterie +, întrerupător, înfăşurare primară, conductori de joasă tensiune, ruptor, şasiu -) cu ajutorul întrerupătorului (contacte ruptorului sunt închise), în jurul înfăşurării primare a transformatorului (implicit şi în jurul miezului feromagnetic al transformatorului şi al înfăşurării secundare) ia naştere un câmp electromagnetic. În faza următoare datorită mişcării de rotaţie, inelul cu came depărtează ciocănelul de nicovală (rupe contactul) şi întrerupe alimentarea circuitului de joasă tensiune (circuit primar). Ca

urmare fluxul electromagnetic din jurul bobinei scade brusc. Variaţia câmpului magnetic determină inducerea în înfăşurarea secundară a transformatorului un curent de înaltă tensiune (15 000 V – 25 000 V) care este trimis prin fişe la distribuitor şi apoi la fiecare bujie (circuit secundar) conform diagramei de funcţionare a motorului şi în ordinea de funcţionare a cilindrilor. Între electrozii bujiei se produce o descărcare electrică (scânteie) care aprinde amestecul carburant. Concomitent cu inducerea în circuitul secundar a curentului de înaltă tensiune. În circuitul primar se autoinduce un curent electric care determină apariţia unui arc electric distructiv (scântei) între contactele ruptorului care deranjează şi funcţionarea circuitului secundar. Pentru anularea curentului de autoinducţie, în paralel cu contactele ruptorului se montează un condensator care se încarcă la deschiderea contactelor cu curentul de autoinducţie şi se descarcă la închiderea contactelor.

Verificarea cunoştinţelor

1. Enumeraţi principalele tipuri de sisteme de aprindere prin scânteie.
2. Care sunt părţile componente ale sistemul de aprindere cu baterie şi transformator?
3. Care este rolul condensatorului la sistemul de aprindere cu baterie şi transformator?

5.3.5. Sistemul de ungere al motoarelor termice cu ardere internă

Sistemul de ungere are rolul de a asigura o peliculă de ulei între piesele motorului aflate în contact şi în mişcare relativă, cu următoarele scopuri: de a reduce frecarea, de a îndepărta produsele frecării de la locul de ungere, răcirea pieselor unse şi protecţia anticorozivă a acestora.

După procedeul prin care se realizează ungerea, sistemele de ungere se clasifică în:

- sistem de ungere prin amestec;
- sistem de ungere prin stropire (balbotaj);
- sistem de ungere prin presiune;
- sistem de ungere mixt.

5.3.5.1. Sistemul de ungere prin amestec este utilizat pentru ungerea pieselor motorului cu aprindere prin scânteie cu funcţionare în doi timpi. Ungerea prin amestec este cel mai simplu procedeu de ungere şi constă în adăugarea unor procente de ulei (2 – 3 %) în benzină, uleiul urmând aceeaşi cale cu benzina, asigurând ungerea pieselor. Avantajul procedeului constă în simplitatea lui, practic sistemul nu are părţi componente. Dezavantajele constau în gradul spori de poluare, consum mai mare de ulei, uzură mai rapidă a pieselor şi apariţia unor defecţiuni cauzate de depunerile de calamină pe bujii, segmenţi, chiulasă etc. ca urmare a depunerilor de zgură şi calamină rezultate în urma arderilor.

5**.3.5.2. Sistemul de ungere prin stropire** constă în ungerea pieselor cu picături fine de ulei rezultate ca urmare a acţiunii capului mare al bielei care este prevăzut cu proeminenţe sau linguriţe, în timpul mişcării de rotaţie a arborelui motor.

Avantajul sistemului constă în simplitatea constructivă, dar ungerea pieselor nu este controlată, în special la motoarele montate pe utilaje mobile datorită înclinării motorului în timpul lucrului.

5**.3.5.3. Sistemul de ungere prin presiune** constă în trimiterea uleiului sub presiune la piesele în mişcare cu ajutorul unei pompe. Procedeul se utilizează la motoarele de mare turaţie, care în timpul lucrului îşi schimbă poziţia. Sistemul cuprinde: baie de ulei, pompă de ulei, filtru de ulei, radiator de ulei, conducte şi canale pentru circulaţia uleiului.

Sistemul de ungere prin stropire asigură o peliculă constantă de ulei între piesele unse, asigură controlul temperaturii şi presiunii uleiului. Dezavantajul sistemului constă în complexitatea constructivă şi implicit a preţului de cost mai ridicat.

5.3.5.4. Sistemul de ungere mixt (fig.5.17) este cel mai răspândit deoarece îmbină avantajele ungerii prin stropire cu cele ale ungerii prin presiune. Piesele cu jocuri mari de montaj se ung prin stropire, iar cele cu jocuri mici de montaj se ung prin presiune.

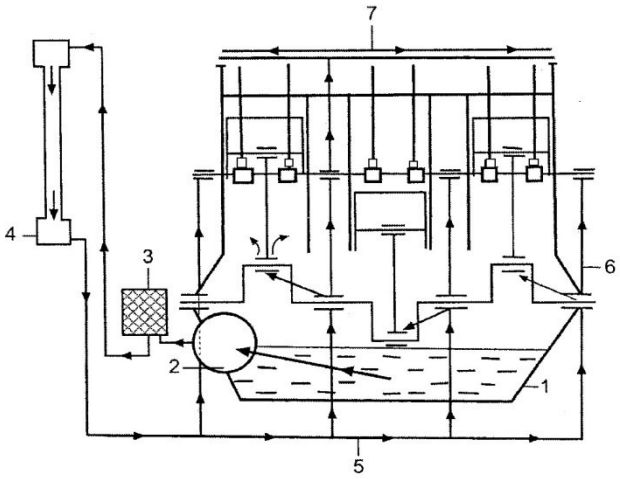


Figura 5.17. Schema sistemului de ungere mixt: 1 – baie de ulei; 2 – pompă de ulei; 3 – filtru de ulei; 4 – radiator de ulei; 5 – rampa principală; 6 – canale verticale pentru ulei; 7 – rampa culbutorilor.

Funcţionare. Uleiul din baie este absorbit de pompa de ulei prin intermediul sorbului şi trimis sub presiune la filtrul de ulei. După filtrare, uleiul este dirijat fie la radiatorul de ulei (când temperatura este ridicată) şi apoi la rampă, sau direct la rampa principală, când uleiul este rece. Prin canale, uleiul ajunge la lagărele paliere şi manetoane ale arborelui motor, pe care le unge prin presiune. De la lagărele paliere ale arborelui motor, uleiul ajunge la lagărele paliere ale arborelui cu came şi la culbutori care sunt unşi prin presiune. Celelalte piese ale motorului sunt unse prin stropire. Ungerea prin stropirea este realizată în principal de capul mare al bielei.

Verificarea cunoştinţelor

1. Care este rolul sistemului de ungere al motorului termic?

2. Clasificaţi sistemele de ungere ale motoarelor termice după procedeul prin care se realizează ungerea.

3. Care sunt părţile componente principale ale sistemului de ungere prin presiune?

4. Care este rolul filtrului de ulei?

5. Care este rolul radiatorului de ulei?

5.3.5.5. Sistemul de răcire al motoarelor termice

Sistemul de răcire asigură răcirea pieselor solicitate termic şi menţine un regim termic optim de funcţionare.

După modul de răcire, sistemele de răcire se clasifică în:

a. Sistem de răcire directă (cu aer);
b. Sistem de răcire indirectă (cu lichid).

Sistem de răcire indirectă poate fi realizat în trei variante:

- prin vaporizare;
- prin termosifon;
- cu circulaţie forţată şi termostat.

5.3.5.5.1. Sistemul de răcire directă (fig. 5.18) asigură schimbul de căldură dintre motor şi mediul înconjurător direct, prin intermediul aerului. Acest tip de sistem de răcire se utilizează de regulă la motoarele termice cu capacitate cilindrică mică sau mijlocie. Sistemul are în componenţă o turbină de aer(ventilator), deflectoare pentru aer, aripioare de răcire pe cilindrii şi chiulasa motorului. Turbina de aer este antrenată de arborele motor.

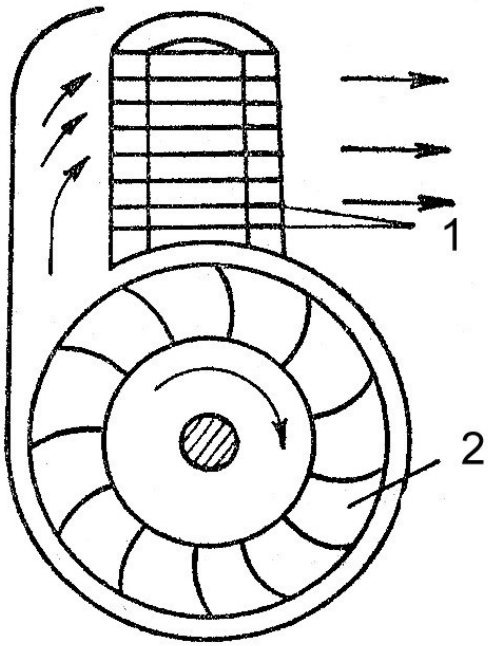


Figura 5.18. Schema sistemului cu răcire directă: 1 – aripioare de răcire; 2 – turbină.

Acest sistem prezintă o serie de avantaje: simplitate constructivă, gabarit redus, întreţinere uşoară, cheltuieli minime în exploatare.

Dezavantajele constau în: funcţionare zgomotoasă, atingerea temperaturii optime de funcţionare se realizează mai greu, în special pe timp rece, consum mare de combustibil pe timp rece (temperaturile în interiorul motorului nu sunt bine controlate, unele zone prea calde, altele prea reci).

5.3.5.5.2. Sistem de răcire indirectă prin vaporizare (fig.5.19) este simplu din punct de vedere constructiv, este utilizat din vechime la motoarele staţionare, de putere mică şi mijlocie. Are în componenţă: cămaşa de răcire a cilindrilor, cămaşa de răcire a chiulasei şi rezervorul de lichid.

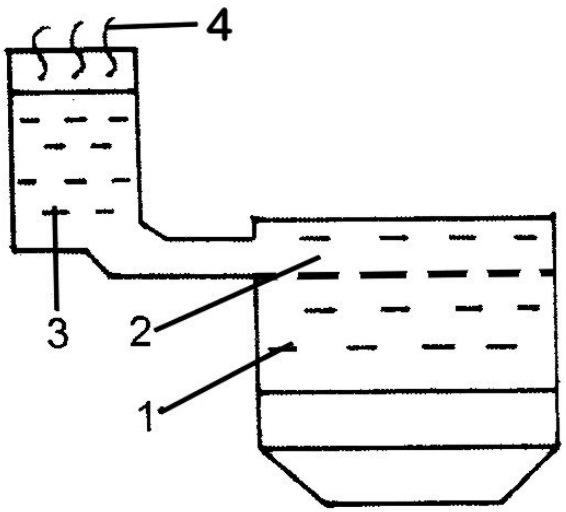


Figura 5.19. Schema sistemului de răcire indirectă prin vaporizare: 1 – cămaşa de răcire a cilindrilor; 2 - cămaşa de răcire a chiulasei; 3 – rezervor de lichid; 4 – vapori de apă.

Circulaţia lichidului este asigurată de diferenţa de densitate dintre lichidul din jurul cilindrilor care se încălzeşte şi cel din rezerv, care este mai rece. O parte din lichid trece în stare de vapori şi se pierde, de aceea se impune completarea periodică a lichidului de răcire.

5.3.5.5.3. **Sistem de răcire indirectă prin termosifon** asigură circulaţia apei pentru răcire datorită diferenţei de densitate dintre apa caldă din cămăşile de răcire ale motorului şi apa rece din radiator.

Sistemul este format din: radiator de apă, ventilator, racorduri de legătură, cămaşa de răcire a cilindrilor, cămaşa de răcire a chiulasei.

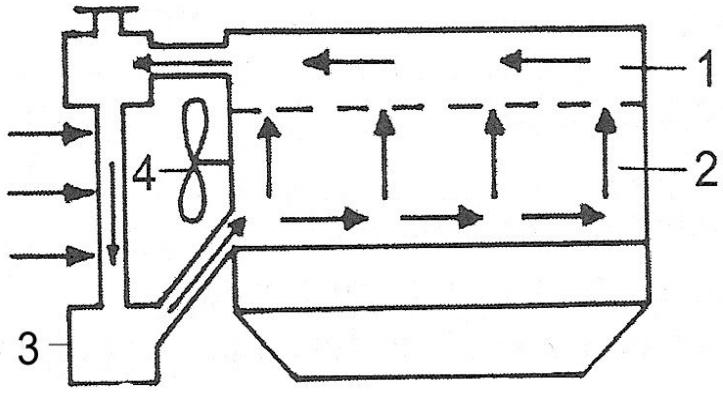


Figura 5.20. Sistem de răcire indirectă cu circulaţie prin termosifon:

Schimbul de căldură dintre radiator şi mediul exterior este intensificat de acţiunea ventilatorului.

5.3.5.5.4. Sistem de răcire indirectă cu circulaţie forţată şi termostat (fig. 5.21) este cel mai utilizat sistem de răcire, asigurând atingerea regimului termic optim de funcţionare al motorului în cel mai scurt timp, indiferent de anotimp şi un regim termic constant.

Sistemul este compus din următoarele părţi: radiatorul de apă, ventilatorul, pompa de apă, termostatul, cămaşa de răcire a cilindrului, cămaşa de răcire a chiulasei, racorduri de legătură şi termometrul.

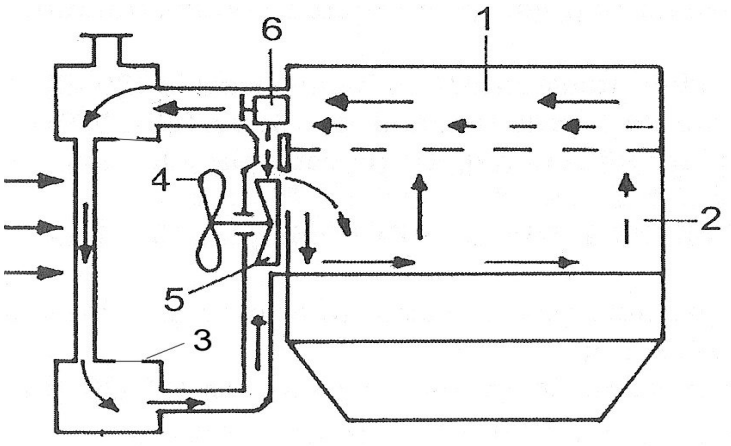


Figura 5.21. Schema sistemului de răcire indirectă cu circulaţie forţată şi termostat: 1 – cămaşa de răcire a chiulase; 2 - cămaşa de răcire a cilindrilor; 3 – radiator de apă; 4 – ventilator; 5 – pompă de apă; 6 – termostat.

Lichidul de răcire refulat de pompa de apă pătrunde în cămaşa de răcirea cilindrilor, trece apoi în cămaşa de răcire a chiulasei. După ce răceşte cilindrii şi chiulasa, lichidul ajunge la termostat şi în funcţie de temperatura acestuia comandă: trecerea lichidului direct la pompa de apă , dacă temperatura este sub temperatura optimă de funcţionare a motorului (sub 75 – 85^{0}C) ,care îl retrimite în blocul cilindrilor şi la chiulasă constituind *circuitul scurt,* sau către radiator, când motorul se încălzeşte şi se impune răcirea lui, radiatorul cedează căldura aerului din mediul înconjurător, lichidul răcit este aspirat de pompa de apă din bazinul inferior al radiatorului şi retrimis în blocul cilindrilor şi chiulasă (legătura dintre pompa de apă şi termostat se închide), constituind *circuitul lung* al lichidului de răcire.

Verificarea cunoştinţelor

1. Care este rolul sistemului de răcire al motorului cu ardere internă?
2. Clasificaţi sistemele de răcire ale motoarelor termice după modul de răcire.
3. Enumeraţi părţile principale componente ale sistemului cu răcire indirectă cu circulaţie forţată şi termostat.
4. Care sunt avantajele principale ale sistemului de răcire indirectă cu circulaţie forţată şi termostat al motoarelor termice?

5.4. Principalii indicii de putere ai motoarelor termice

Indicii de putere caracterizează motoarele în ceea ce priveşte consumul de combustibil şi puterea pe care o pot dezvolta.

5.4.1. Consumul de combustibil la unui motor se apreciază prin *consumul orar şi consumul specific.*

Consumul orar **C** reprezintă cantitatea totală de combustibil consumată de motor în timp de o oră. Se exprimă în kg/h şi se foloseşte pentru stabilirea normelor de consum, sau pentru controlul consumului în limitele prestabilite.

Consumul specific **c** reprezintă cantitatea de combustibil consumată de motor în timp de o oră, pentru fiecare unitate de putere. Consumul specific de combustibil se exprimă în g/CPh sau g/kWh. Se exprimă prin relaţia:

$$c = \frac{C}{Pe} 10^3, \quad [g/CPh] \text{ sau } [g/kWh] \qquad (5.4)$$

Bilanţul termic al motoarelor cu ardere internă reprezintă modul de repartizare a energiei calorice rezultată din arderea combustibilului în interiorul cilindrilor motorului, în tipul funcţionării acestuia. Se exprimă prin relaţia:

$$Q_t = Q_l + Q_r + Q_{rad} + Q_{ai} + Q_m + Q_{ev} + Q, \quad (\%) \qquad (5.5)$$

în care:

Q_t = cantitatea de căldură totală rezultată din arderea combustibilului în interiorul cilindrilor motorului;

Q_l = cantitatea de căldură efectiv transformată în lucru mecanic (20 – 40%);

Q_r = cantitatea de căldură pierdută prin sistemul de răcire (20 – 35%);

Q_{rad} = cantitatea de căldură pierdută prin radiaţie de piesele motorului (10 – 20%);

Q_{ai} = cantitatea de căldură pierdută prin arderea incompletă a combustibilului (0 – 15%);

Q_m = cantitatea de căldură pierdută prin frecările interioare şi prin acţionarea mecanismelor auxiliare (10 – 25%);

Q_{ev} = cantitatea de căldură pierdută prin gazele de evacuare (10 – 20%).

Randamentul efectiv η_e exprimă gradul de utilizare a căldurii rezultate din arderea combustibilului, pentru obţinerea lucrului mecanic efectiv.

Este dat de raportul dintre cantitatea de căldură transformată în lucru mecanic Q_l şi cantitatea totală de căldură rezultată din arderea combustibilului Q_t.

$$\eta_e = Q_l/Q_t \qquad (5.6)$$

Pentru diferite tipuri de motoare randamentul este:

η_e = 0,20 – 0,30 la motoarele cu aprindere prin scânteie;

η_e = 0,30 – 0,40 la motoarele cu aprindere prin comprimare.

Puterea efectivă a motorului $\mathbf{P_e}$ reprezintă puterea utilă a motorului măsurată la arborele motor şi care poate fi folosită pentru acţionări.

Verificarea cunoştinţelor

1. Ce reprezintă consumul orar de combustibil?
2. Ce reprezintă consumul specific de combustibil?
3. Ce se înţelege prin bilanţul termic al motoarelor cu ardere internă?
4. Cum definiţi randamentul motoarelor termice?

5.5. Pornirea motoarelor termice

Pornirea unui motor termic presupune acţionarea arborelui său cotit, până când se obţin primele aprinderi ale combustibilului. Pentru aceasta, turaţia arborelui cotit trebuie să ajungă cel puţin la turaţia minimă de pornire a motorului, care diferă în funcţie de tipul motorului:

- 50 – 80 rot/min la motoarele cu aprindere prin scânteie cu sistem de aprindere cu baterie şi transformator;
- 100 – 200 rot/min la motoarele cu aprindere prin scânteie cu sistem de aprindere cu magnetou;
- 70 - 100 rot/min la motoarele Diesel cu injecţie directă;
- 150 – 200 la motoarele Diesel cu cameră de ardere compartimentată.

Înaintea pornirii, motorul trebuie supus unui control obligatoriu privind: cantitatea de combustibil din rezervor, nivelul uleiului în baia de ulei, nivelul lichidului de răcire, integritatea subansamblelor etc., pentru a preveni apariţia unor avarii.

Pornirea motoarelor cu ardere internă se poate face:

- manual;

- cu motor electric (demaror);

- cu motor termic auxiliar.

Pornirea manuală se poate face cu ajutorul unei manivele cuplată la un capăt al arborelui cotit, la motoarele MAS cu putere de până la 100 CP, sau la motoarele MAC cu putere până la 30 CP.

Pornirea cu motor electric este procedeul cel mai des utilizat. Demarorul este alimentat de la bateria de acumulatoare electrice, transformă energia electrică în lucru mecanic, care se transmite arborelui cotit printr-un angrenaj temporar cu roţi dinţate.

Pornirea cu motor termic auxiliar este un procedeu întâlnit mai des la motoarele MAC de putere mare.

5.5. Căi de reducere a poluării şi de protecţie a mediului

Principalele efecte negative ale utilizării motoarelor termice pentru acţionarea tractoarelor şi maşinilor horticole asupra mediului înconjurător sunt:

- poluarea chimică;
- poluarea sonoră.

5.5.1 Poluarea chimică a mediului poate fi produsă cu *substanţe primare şi secundare.*

Substanţele chimice primare emanate în mediul înconjurător pot fi sub formă gazoasă, lichidă sau solidă şi sunt reprezentate prin: monoxid de carbon – CO, dioxid de carbon - CO_2, oxizi de azot – NO_x, hidrocarburi – HC, oxizi se sulf – SO_x, combustibili, uleiuri, funingine etc.

Substanţele chimice secundare se formează în atmosferă prin combinarea celor primare între ele sau cu aerul atmosferic în anumite condiţii de temperatură şi umiditate, rezultând *smogul fotochimic şi smogul umed*.

Smogul fotochimic apare prin combinarea substanţelor primare când temperatura aerului este mai mare de 20^0 C, umiditatea aerului este redusă şi radiaţia luminoasă este maximă. Este iritant pentru căile respiratorii şi reduce vizibilitatea. Se întâlneşte în California, Iran, Tokio. Este determinat în special de oxizii de azot şi hidrocarburi nearse.

Smogul umed se formează într-o atmosferă umedă cu şi temperatura sub 4^0C iar radiaţia luminoasă este scăzută. Răspunzătoare de formarea smogului umed sunt monoxidul de carbon, oxizii de sulf şi funinginea. Efectele sunt asemănătoare cu cele ale smogului fotochimic. Se întâlneşte în Anglia.

Principalele mijloace de a reduce poluarea chimică presupune măsuri de reducere a substanţelor chimice primare şi secundare şi anume:

- folosirea benzinei fără plumb şi a motorinei fără sulf;
- utilizarea biocombustibililor în locul combustibililor clasici;
- perfecţionarea sistemelor de alimentare ale motoarelor (supraalimentare, injecţie pe benzină etc.);
- utilizarea catalizatoarelor pentru tratarea gazelor arse;
- menţinerea motoarelor termice la parametrii tehnici optimi de funcţionare prin efectuarea operaţiilor de întreţinere tehnică şi reparaţii.

5.5.2. Poluarea sonoră a mediului este produsă de zgomotul motoarelor termice care echipează tractoarele şi maşinile horticole.

Sursele de zgomot principale ale motorului termic sunt:

- vibraţia gazelor arse;
- vibraţia gazelor de admisie;
- vibraţia aerului de răcire;
- vibraţia suprafeţei exterioare a motorului;
- vibraţia sistemelor auxiliare;

Nivelul de zgomot se măsoară cu fonometrul iar unitatea de măsură este decibelul (db).

Principalele metode de reducerea nivelului zgomotului sunt:

- ecranarea motorului în jurul surselor de zgomot, care poate reduce zgomotul cu 3 - 5 db;
- capsularea motorului prin închiderea acestuia într-o carcasă căptuşită cu materiale absorbante de zgomot, care reduce zgomotul cu 10 – 20 db;
- montarea de amortizoare de zgomot la tobele de evacuare a gazelor arse.

6. TRACTOARE

Tractoarele sunt folosite pentru tracţiune, tracţiune şi acţionare sau pentru acţionarea maşinilor la staţionar. Ele reprezintă principala sursă de energie pentru horticultură.

6.1. CLASIFICAREA TRACTOARELOR

Clasificarea tractoarelor se poate face după mai multe criterii: *destinaţie, sistem de rulare, tipul motorului, puterea motorului etc*.

După destinaţie, tractoarele se clasifică în: *tractoare agricole, industriale, şi rutiere.*

a. Tractoarele agricole , la rândul lor se clasifică în: *tractoare agricole de uz general, tractoare agricole universale, tractoare agricole specializate şi şasiuri autopropulsate.*

- Tractoarele agricole de uz general sunt echipate cu roţi sau cu şenile şi se folosesc la executarea principalelor lucrări agricole (arat, grăpat, semănat, recoltat etc.);
- Tractoarele agricole universale sunt echipate cu roţi se folosesc atât pentru executarea lucrărilor pe care le realizează tractoarele agricole de uz general, cât şi la lucrări de întreţinere a culturilor prăşitoare şi transporturi.
- Tractoarele agricole specializate sunt echipate cu roţi sau cu şenile şi se folosesc la executarea unor lucrări la anumite culturi sau lucrări speciale. După culturile la care execută lucrările se deosebesc: tractoare viticole, pomicole, legumicole, încălecătoare etc.
- Şasiurile autopropulsate sunt tractoare speciale la care şasiul între roţile din faţă şi spate este liber, pe el se poate monta diferite maşini din setul propriu sau platforma pentru transport.

b. Tractoarele industriale pot fi : de uz genera (pentru lucrări grele de terasamente, nivelare, defrişare etc.) şi speciale (stivuit, încărcat etc.).

c. Tractoarele rutiere au ca destinaţie transportul produselor.

După tipul sistemului de rulare, tractoarele se clasifică în: *tractoare pe roţi, tractoare pe şenile şi tractoare cu semişenile.*

După puterea motorului, tractoarele se clasifică în:

- tractoare de foarte mică putere – 2,5 până la 10 CP;
- tractoare de mică putere – 10 până la 30 CP;
- tractoare de putere mijlocie – 30 până la 60 CP;
- tractoare de mare putere – 60 până la 120 CP;
- tractoare de foarte mare putere – peste 120 CP.

6.2. PĂRŢILE COMPONENTE ALE TRACTOARELOR

Principalele părţi componente ale tractoarelor sunt reprezentate prin: motor, transmisie, sistem de rulare, mecanism de direcţie, sistemul de frânare, dispozitive

de tracţiune şi acţionare, instalaţie electrică, echipament auxiliar.

6.2.1. MOTORUL

Motorul reprezintă sursa de energie a tractorului. De regulă este un motor termic. El transformă energia termică rezultată din arderea combustibilului în energie mecanică, necesară pentru deplasarea tractorului şi acţionarea maşinilor din agregat.

6.2.2. TRANSMISIA

Transmisia tractorului reprezintă totalitatea mecanismelor prin care se transmite mişcare la organele de deplasare ale tractorului reprezentate prin roţi sau şenile.

Clasificarea transmisiilor se face după mai multe criterii: *după modul de transmitere a mişcării, după modul de variaţie a vitezei şi după sistemul de deplasare*.

După modul de transmitere a mişcării de la motor la organele de deplasare ale tractorului transmisiile pot fi*: transmisii mecanice, transmisii hidraulice, transmisii electrice, transmisii combinate (care îmbină elemente mecanice şi elemente hidraulice).*

După modul de variaţie a vitezei pot fi: *transmisii în trepte şi transmisii fără trepte.*

6.2.2.1. Transmisii mecanice în trepte

Transmisiile mecanice în trepte sunt cele mai răspândite datorită simplităţii constructive şi siguranţei în funcţionare. În funcţie de organele de deplasare ale tractorului, transmisiile mecanice diferă între ele din punct de vedere al părţilor componente.

În figura 6.1. se prezintă schema unei transmisii mecanice destinată tractoarelor pe roţi. O astfel de transmisie cuprinde următoarele părţi componente: ambreiaj principal, reductor planetar, cutie de viteze, transmisia centrală, diferenţial, transmisii finale şi roţi motoare.

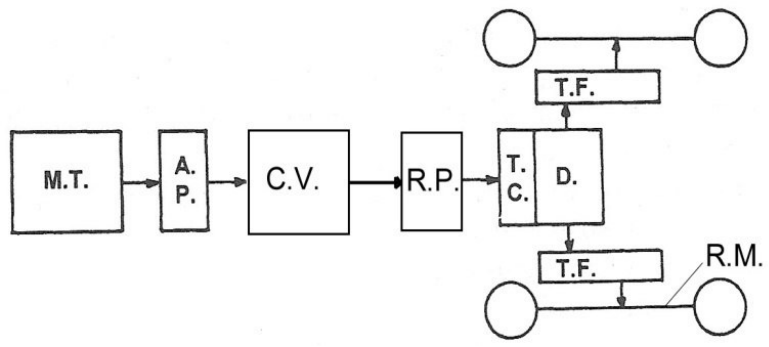


Figura 6.1. Schema unei transmisii mecanice pentru tractoarele pe roţi: MT – motor termic; AP – ambreiaj principal; RP – reductor planetar; CV – cutie viteze; TC – transmisie centrală; D – diferenţial; TF – transmisie finală; RM – roţi motoare.

Ambreiajul principal este un cuplaj de legătură intermitent, asigurând cuplare progresivă a motorul termic la celelalte părţi componente ale transmisiei şi decuplarea motorului de la transmisie.

Reductorul planetar realizează dublarea numărului de trepte de viteză şi este specific tractoarelor agricole.

Cutia de viteze are rolul de a realiza viteze diferite de deplasare a tractorului în funcţie de sarcina concretă, mersul tractorului înapoi şi oprirea tractorului cu motorul în funcţiune.

Transmisia centrală schimbă planul de transmitere a mişcării cu 90^0 şi realizează prima mare demultiplicare a turaţiei.

Diferenţialul are rolul de a transmite turaţii diferite la roţile motoare când tractorul se deplasează în linie dreaptă, pe teren denivelat, sau în curbe şi turaţii identice când tractorul se deplasează în linie dreaptă, pe teren plan.

Transmisiile finale realizează ultima mare demultiplicare şi sunt specifice tractoarelor.

În figura 6.2. se prezintă schema unei transmisii mecanice pentru tractoarele pe şenile.

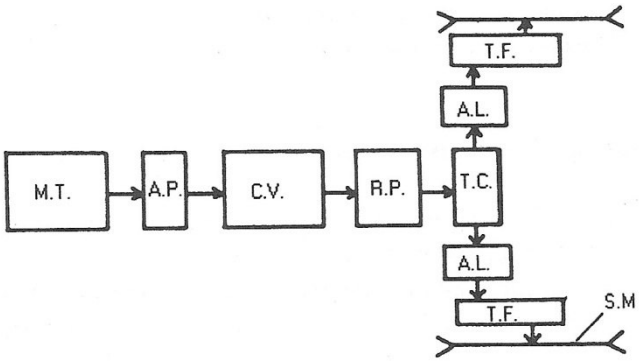


Figura 6.2. Schema unei transmisii mecanice pentru tractoarele pe şenile: MT – motor termic; AP – ambreiaj principal; CV – cutie viteze; RP – reductor planetar; TC – transmisie centrală; AL – ambreiaj lateral; TF – transmisie finală; SM – steaua motoare.

O astfel de transmisie cuprinde următoarele părţi componente: ambreiaj principal, cutie de viteze, reductor planetar, transmisia centrală, ambreiaje laterale, transmisii finale şi stele motrice.

Se constată că diferenţele între cele două scheme constau în înlocuirea diferenţialului cu două ambreiaje laterale.

Ambreiajele laterale permit conducerea tractorului prin transmiterea de viteze diferite la cele două şenile, de aceea se mai numesc şi ambreiaje de direcţie.

6.2.2.2. Transmisii hidraulice

Transmisiile hidraulice transmit puterea prin intermediul unui flux de lichid, de regulă ulei hidraulic. Ele sunt transmisii fără trepte.

Transmisia hidraulică a tractoarelor pe roţi (fig. 6.3) are în componenţă următoarele părţi principale: *rezervor hidraulic, filtru hidraulic, pompă hidraulică, motor hidraulic, conducte hidraulice, transmisie centrală şi diferenţial.*

Pompa hidraulică transformă energia mecanică primită de la motorul termic în energie hidraulică a lichidului de lucru.

Motorul hidraulic transformă energia hidraulică a lichidului de lucru, în energie mecanică necesară deplasării tractorului.

Conductele hidraulice conduc lichidul hidraulic sub presiune la părţile componente ale transmisiei (conducte de tur şi conducte de retur).

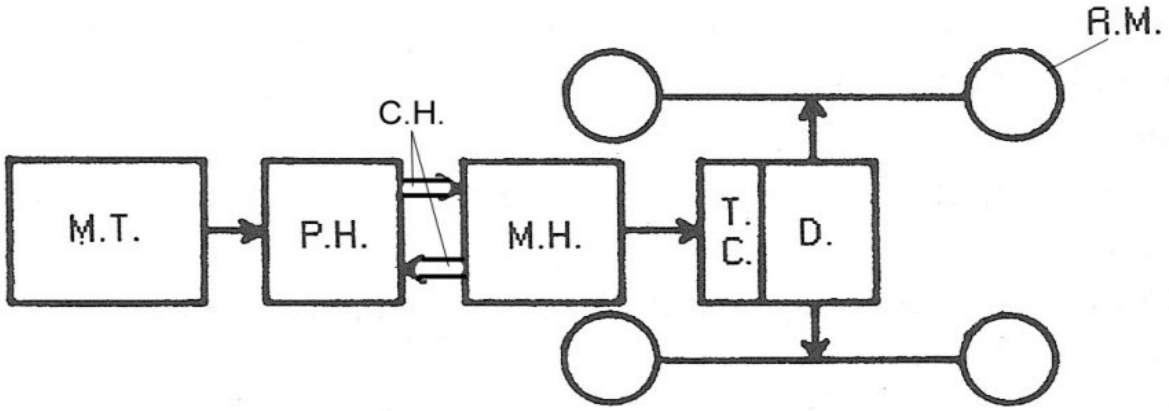


Figura 6.3. Schema transmisiei hidraulice pentru tractoarele pe roţi: *M.T. – motor termic; P.H. - pompă hidraulică; M.H. – motor hidraulic; - C.H. - conducte hidraulice; T.C. – transmisie centrală; D – diferenţial; R.M. – roţi motrice*.

Transmisia hidraulică a tractoarelor pe şenile (fig. 6.4) are în vedere eliminarea din schema constructivă a unor părţi mecanice (transmisia centrală, diferenţial, reductor planetar, cutie de viteze). Acest tip de transmisie cuprinde: două pompe hidraulice cu debit reglabil şi două motoare hidraulice. Prin modificarea debitului şi presiunii lichidului între pompa hidraulică şi motorul hidraulic se pot obţine turaţii diferite ale stelelor motrice ale şenilelor.

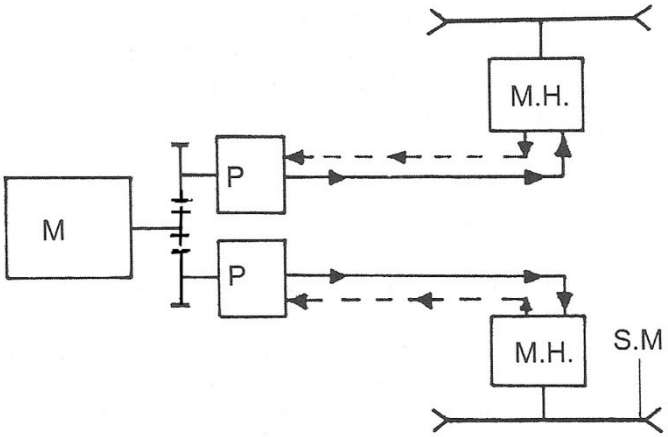


Figura 6.4. Schema transmisiei hidraulice pentru tractoarele pe şenile: *M – motor termic; P - pompă hidraulică cu debit variabil; M.H. – motor hidraulic; S.M. – steaua motrică a şenilei.*

Utilizarea transmisiile hidraulice la tractoarele pe roţi sau şenile conferă următoarele *avantaje:*

- viteza de lucru variază continuu de la o la valoarea maximă atât înainte cât şi înapoi;
- simplifică comenzile tractorului;
- pompele hidraulice şi motoarele hidraulice pot fi montate în price zonă a tractorului, acesta devenind mai compact;

- asigură posibilităţi sporite de automatizare a procesului de lucru al tractorului.

Dezavantajele utilizării transmisiilor hidraulice sunt:

- preţ de cost mai mare datorat prelucrărilor de mare precizie şi a materialelor speciale;
- pe timp rece este necesară încălzirea uleiului;
- randamentul transmisiei scade o dată cu încălzirea uleiului;
- randamentul total al transmisiei este mai scăzut, datorită transformărilor intermediare.

6.2.2.3. Transmisii electrice

Transmisia electrică a tractoarelor este formată din următoarele părţi componente: ambreiaj principal, generator electric, motoare electrice (două sau patru în funcţie de numărul de punţi motrice), transmisii finale şi conductori electrici.

Generatorul electric transformă energia mecanică promită la arbore de la motorul termic, în energie electrică disponibilă pentru acţionarea motoarelor electrice.

Motorul electric are rolul de a transforma energia electrică primită de la generatorul electric, în energie mecanică care este transmisă organelor de rulare ale tractorului.

Avantajele utilizării transmisiilor electrice sunt, în general, aceleaşi cu cele ale transmisiilor hidraulice.

Dezavantajele principale ale transmisiilor electrice sunt cele menţionate la cele hidraulice, în plus există riscul electrocutării, de aceea pentru exploatare trebuie angajată forţă de muncă cu înaltă calificare.

6.2.2.4. Ambreiajul principal

Ambreiajul principal este un cuplaj de legătură, care face legătura între arborele cotit al motorului şi cutia de viteze, servind la decuplarea temporară şi la cuplarea progresivă (lină) a motorului cu transmisia. Cuplarea progresivă a motorului cu transmisia se impune la pornirea din loc a tractorului, pentru învingerea inerţiei, iar decuplarea se impune la oprirea tractorului şi la schimbarea treptelor de viteză.

Un ambreiaj este compus din trei părţi constructive: *partea conducătoare*, solidarizată cu arborele cotit al motorului, *partea condusă* solidarizată cu arborele principal al cutiei de viteze şi *dispozitivul de comandă* pentru acţionarea ambreiajului.

Clasificarea ambreiajelor se face după mai multe criterii: după modul de transmitere a cuplului motor, după modul de cuplare, după modul de acţionare etc.

După modul de transmitere a cuplului motor ambreiajele se clasifică în:

a. ambreiaje mecanice cu fricţiune – transmiterea cuplului motor se realizează prin intermediul forţelor de frecare ce apar între partea conducătoare şi partea condusă a ambreiajului;

b. *ambreiaje hidraulice* – cuplul motor se transmite prin intermediul unui lichid;

c. *ambreiaje electromagnetice* - cuplul motor se transmite prin interacţiunea dintre două câmpuri electromagnetice;

d. ambreiaje combinate – electromecanice sau hidromecanice.

După modul de cuplare ambreiajele pot fi:

a. *normal (permanent) cuplate* – forţa de frecare dintre cele două părţi ale ambreiajului se exercită permanent, datorită presiunii exercitate de arcuri puternice asupra lor. Se decuplează numai când este acţionat dispozitivul de comandă.

b. *facultativ cuplat* – apăsarea suprafeţelor de frecare se realizează cu ajutorul unui sistem de pârghii. După acţionarea dispozitivului de comandă, ambreiajul rămâne fie cuplat, fie decuplat.

După modul de acţionare ambreiajele se pot clasifica în:

a. ambreiaje automate – cuplarea se realizează automat, la atingerea unui anumit regim de turaţie;

b. ambreiaje neautomate.

6.2.2.4.1. Ambreiajul mecanic cu fricţiune este cel mai răspândit tip de ambreiaj. Ambreiaje mecanice cu fricţiune se clasifică după mai multe criterii:

- *după forma suprafeţelor de frecare*: ambreiaje cu con, ambreiaje cu discuri, ambreiaje cu saboţi;

- *după numărul de discuri*: ambreiaje monodisc, ambreiaje cu două discuri şi ambreiaje polidisc.

a. Ambreiajul mecanic cu fricţiune, normal cuplat, monodisc (fig. 6.5) este caracteristic tractoarelor pe roţi. Cest tip de ambreiaj rămâne cuplat atâta timp cât sistemul de comandă nu este acţionat. Se decuplează numai când se acţionează sistemul de comandă.

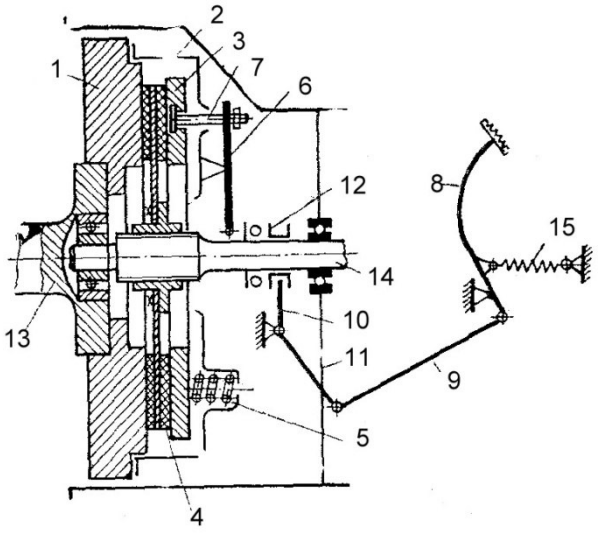


Figura 6.5. Schema ambreiajului mecanic cu fricţiune, normal cuplat, monodisc: 1 – volant; 2 – carcasa ambreiajului; 3 – disc de presiune; 4 - disc de fricţiune; 5 – arcuri de apăsare; 6 – pârghii de debreiere; 7 – bolţuri de debreiere; 8 – pedală de comandă; 9 – tijă de legătură; 10 – furcă de debreiere; 11 – levierul furcii de debreiere; 12 – rulment de presiune cu manşon de debreiere; 13 – arborele cotit al motorului; 14 – arborele ambreiajului; 15 – arc de readucere a pedalei.

Părţile componente ale ambreiajului sunt:

1. **partea conducătoare** alcătuită din: *disc de presiune, carcasa ambreiajului şi arcurile de apăsare*;

2. **partea condusă** alcătuită din: *disc de fricţiune şi arborele ambreiajului*;

3. **dispozitiv de comandă** alcătuit din: *pedala ambreiajului, arc de revenire a pedalei, tijă de legătură reglabilă, pârghie de comandă, ax cu furcă, rulment de presiune, pârghii de debreiere şi bolţuri de tragere*.

Funcţionare. În poziţie normală ambreiajul este cuplat datorită arcurilor de apăsare care apasă asupra discului de presiune şi determină o forţă de frecare între volantă - disc de fricţiune şi alta între disc de fricţiune – disc de presiune. În acest fel mişcarea se transmite de la partea conducătoare la partea condusă a ambreiajului.
La apăsarea pedalei, comanda se transmite prin tija de legătură, pârghia de comandă şi furca de debreiere la rulmentul de presiune, care acţionează asupra pârghiilor de debreiere care trag de bolţurile de debreiere şi depărtează placa de presiune de discul de fricţiune, învingând forţa arcurilor pe care le comprimă. Ca urmare, forţele de frecare dintre partea conducătoare şi cea condusă dispar şi se întrerupe transmiterea mişcării de rotaţie. La eliberarea pedalei de ambreiaj, arcurile de presare se destind şi apasă discul de presiune către discul de fricţiune şi volant, ambreiajul cuplându-se.

b. Ambreiajul mecanic cu fricţiune, facultativ cuplat, monodisc

Ambreiajul facultativ cuplat, monodisc este întâlnit de regulă la tractoarele pe şenile. După acţionarea sistemului de comandă, ambreiajul rămâne fie cuplat, fie decuplat.

Ambreiajul mecanic cu fricţiune, facultativ cuplat, monodisc are în componenţă următoarele părţi componente:

1. partea conducătoare constituită din discul de fricţiune;

2. partea condusă formată din disc de presiune anterior şi disc de presiune posterior şi arcuri de distanţare;

3. dispozitivul de comandă format din: manetă de comandă, tijă de legătură, pârghie de comandă, ax cu furcă, rulment de presiune, bucşă conică, pârghii de cuplare.

Funcţionare. Discurile de presiune anterior şi posterior sunt menţinute distanţate faţă de discul de fricţiune de către arcurile de distanţare, ambreiajul fiind decuplat. La acţionarea manetei de comandă, mişcarea se transmite prin tija de legătură, pârghia de comandă şi furca de debreiere la rulmentul de presiune cu bucşa conică. Aceasta acţionează asupra pârghiilor de cuplare care deplasează discul de presiune posterior spre discul de presiune anterior, presând între ele discul de fricţiune. Între discurile de presiune şi discul de fricţiune apar forţe de frecare care asigură transmiterea mişcării de la partea conducătoare la partea condusă. După eliberarea manetei de comandă ambreiajul rămâne cuplat. La o nouă acţionare ambreiajul rămâne decuplat.

6.2.2.5. Cutia de viteze

Cutia de viteze asigură transmiterea mişcării spre organele de rulare în rapoarte de transmisie diferite, cărora le corespund viteze de deplasare diferite, mersul înapoi al tractorului şi oprirea tractorului o perioadă mai mare de timp cu motorul în funcţiune.

Schimbarea vitezelor de deplasare se impune pentru a permite tractorului să dezvolte forţe diferite de tracţiune, în funcţie de forţa de rezistenţă la tracţiune, opusă de maşinile din agregat, având în vedere relaţia generală a puterii:

$$P_t = F_t \cdot v \qquad (6.1)$$

în care:

P_t este puterea de tracţiune a tractorului;

F_t este forţa de tracţiune a tractorului;

v este viteza de deplasare a tractorului.

Cutiile de viteze trebuie să fie simple, să realizeze un număr mare de rapoarte de transmisie, alese astfel încât să asigure funcţionarea economică a tractorului, să fie silenţioase.

Clasificarea cutiilor de viteze se face după mai multe criterii:

După modul de acţionare: cutii de viteze *manuale*, cutii de viteze *semiautomate* şi cutii de viteze *automate*;

După felul modificării raportului de transmisie: cutii de viteze *în trepte*, cutii de viteze *fără trepte* şi cutii de viteze *mixte;*

După poziţia arborilor: cutii de viteze *cu arbori longitudinali* şi cutii de viteze *cu arbori transversali*.

Cutiile de viteze în trepte pot fi realizate: *cu doi arbori, cu trei arbori, compuse, planetare, speciale*.

6.2.2.5.1. Cutia de viteze în trepte, cu doi arbori longitudinali

Cutia de viteze cu doi arbori longitudinali se utilizează de regulă, la tractoarele de putere mică şi mijlocie, cu număr relativ mic de trepte de viteză. O astfel de cutie de viteze are în componenţă (fig. 6.6): carcasă sau carter, arbore primar, arbore secundar, roţi dinţate fixe pe arbore, roţi dinţate culisante pe arbore, roată dinţată intermediară pentru mersul înapoi, mecanism de comandă.

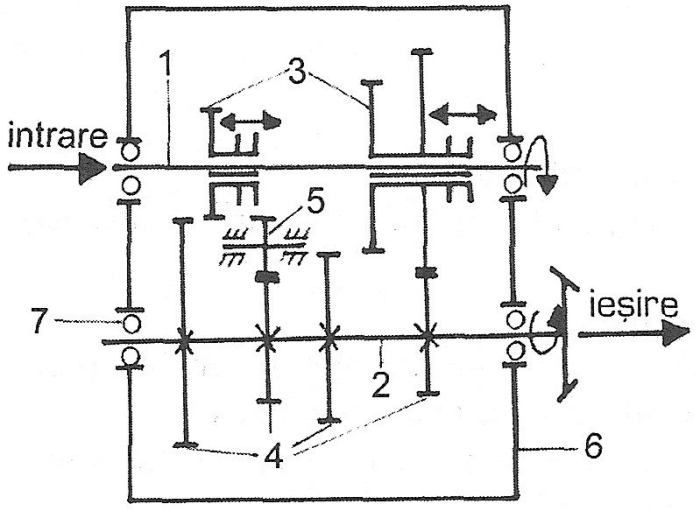


Figura 6.6. Schema cutiei de viteze în trepte, cu doi arbori longitudinali: 1 – arbore primar; 2 – arbore secundar; 3 – roţi dinţate culisante; 4 – roţi dinţate fixe pe arbore; 5 – roată intermediară, 6 – carter; 7 – lagăre.

Funcţionare. Arborele primar este arborele conducător al cutiei şi primeşte mişcarea de la arborele ambreiajului principal, sau de la reductorul planetar, dacă acesta este montat înaintea cutiei. Pentru mersul înainte, roţile de pe arborele primar se angrenează direct cu corespondentele lor de pe arborele secundar. Pentru mersul înapoi, mişcarea de la arborele primar la arborele secundar se transmite prin intermediul roţii dinţate intermediare, care schimbă sensul mişcării. Arborele secundar este arborele condus al cutiei de la care mişcarea se transmite la reductorul planetar sau la transmisia centrală (în funcţie de modul de amplasare al reductorului).

6.2.2.5.2. **Cutia de viteze în trepte, cu trei arbori longitudinali**

Cutia de viteze cu trei arbori longitudinali se utilizează de regulă, la tractoarele de putere mijlocie şi mare, cu număr mediu de trepte de viteză. O astfel de cutie de viteze (fig. 6.7) are în componenţă: carter, arbore primar, arbore intermediar, arbore secundar, roţi dinţate fixe pe arbore, roţi dinţate culisante pe arbore, roată dinţată intermediară pentru mersul înapoi, angrenaj permanent (transmisie cu roţi dinţate cilindrice), mecanism de comandă.

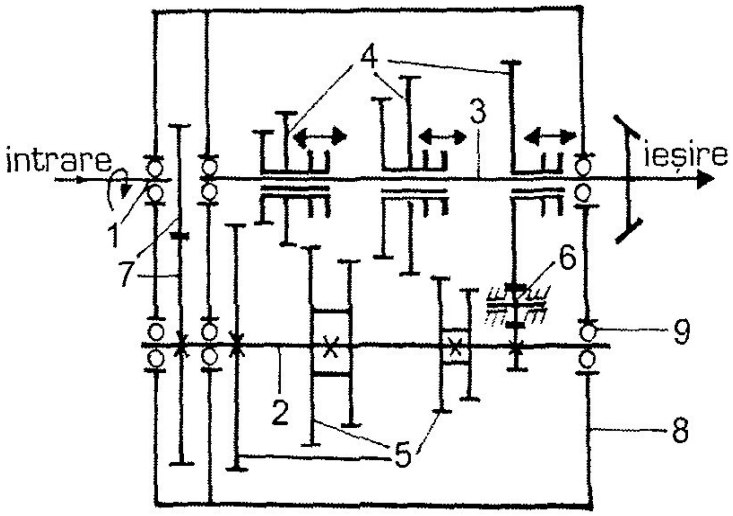


Figura 6.7. Schema Cutiei de viteze în trepte, cu trei arbori longitudinali: 1 – arbore primar; 2 – arbore intermediar; 3 – arbore secundar; 4 – roţi dinţate culisante; 5 – roţi dinţate fixe; 6 – roată dinţată intermediară; 7 - angrenaj permanent; 8 – carter; 9 – lagăre.

Funcţionare. Arborele primar primeşte mişcarea de la arborele ambreiajului principal, sau de la reductorul planetar, dacă acesta este montat înaintea cutiei şi o transmite la arborele intermediar printr-o transmisie permanentă cu roţi dinţate cilindrice (angrenaj permanent). Pentru mersul înainte, roţile de pe arborele secundar se angrenează direct cu corespondentele lor de pe arborele intermediar. Pentru mersul înapoi, mişcarea de la arborele intermediar la arborele secundar se transmite prin intermediul roţii dinţate intermediare, care schimbă sensul mişcării.

Cutia de viteze în trepte, cu trei arbori longitudinali se deosebeşte de cea cu doi arbori prin prezenţa arborelui intermediar, amplasat între arborele primar şi arborele secundar.

6.2.2.5.3. **Cutia de viteze în trepte, cu trei arbori transversali**

Cutia de viteze cu trei arbori transversali este utilizată la tractoarele care în timpul lucrului execută deplasări înainte şi înapoi, în mod repetat (tractoare încărcătoare, buldozere etc). O astfel de cutie de viteze (fig. 6.7) are în componenţă: carter, arbore primar, arbore intermediar, arbore secundar, angrenaj dublu conic, manşon inversor, roţi dinţate fixe pe arbore, roţi dinţate culisante , mecanism de comandă.

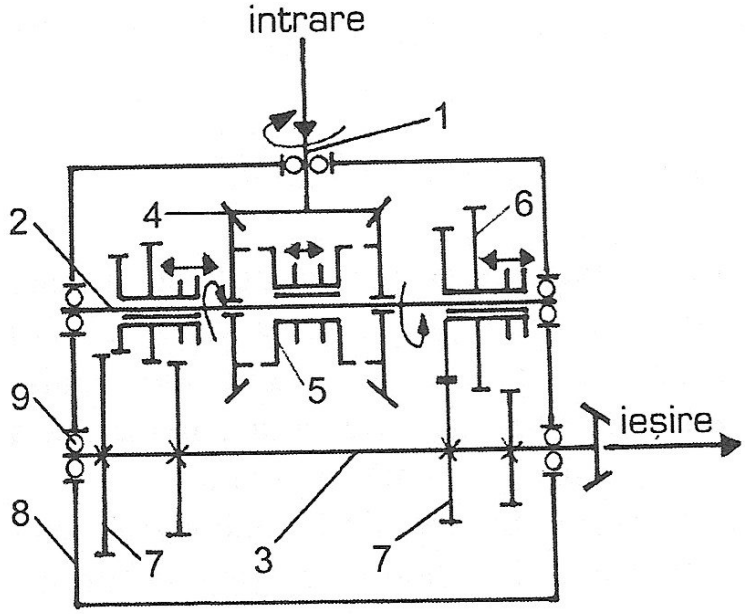


Figura 6.7. Schema cutiei de viteze în trepte, cu trei arbori transversali: 1 – arbore principal; 2 – arbore intermediar; 3 – arbore secundar; 4 – angrenaj dublu conic; 5 – manşon inversor; 6 – roţi dinţate culisante; 7 – roţi dinţate fixe; 8 – carter; 9 – lagăr.

Funcţionare. Arborele primar primeşte mişcarea de la ambreiajul principal, sau de la reductorul planetar, dacă acesta este montat înaintea cutiei şi o transmite la două roţi dinţate conice montate liber pe arborele intermediar. Prin deplasarea manşonului inversor se realizează angrenarea cu una din roţile conice şi transmiterea mişcării la arborele intermediar, determinând şi sensul de deplasare a tractorului (cele două roţi conice au sensuri de rotaţie diferite). De la arborele intermediar la cel secundar, mişcarea se transmite ca la celelalte cutii prezentate, prin angrenarea roţilor culisante cu roţile fixe de pe arborele secundar.

6.2.2.6. Puntea din spate

Puntea din spate are rolul de a transmite mişcarea de rotaţie de la cutia de viteze (sau reductor planetar) la organele de rulare ale tractorului.

Din punct de vedere constructiv, puntea din spate diferă în funcţie de organele de deplasare ale tractoarelor.

6.2.2.6.1. Puntea din spate a tractoarelor pe roţi

Punte din spate a tractoarelor pe roţi (fig. 6.8) este formată din: transmisie centrală, diferenţial şi transmisii finale.

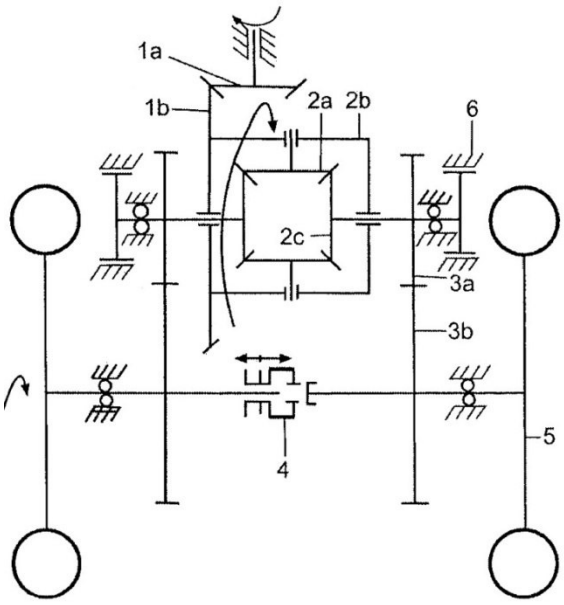


Figura 6.8. Schema Punţii din spate a tractoarelor pe roţi: 1 – transmisie centrală; 1a – pinion de atac; 1b – coroană diferenţial; 2 – diferenţial; 2a – sateliţi; 2b – carcasă diferenţial; 2c – roţi planetare; 3 – transmisia finală; 3a – roată dinţată conducătoare; 3b – roată dinţată condusă; 4 – manşon pentru blocarea diferenţialului; 5 – roţi motoare; 6 – frâne.

Transmisia centrală (grupul conic) este reprezentată printr-un angrenaj conic (pinion de atac şi coroană diferenţial) care realizează prima mare demultiplicare a turaţiei şi schimbă planul de transmitere a mişcării cu 90^0. Asigură legătura cinematică între cutia de viteze (sau reductorul planetar) şi diferenţial.

Diferenţialul asigură legătura cinematică între transmisia centrală şi transmisiile finale. Are rolul de a transmite turaţii diferite la roţile motoare când tractorul se deplasează în linie dreaptă, pe teren denivelat sau în curbe şi turaţii identice când tractorul se deplasează în linie dreaptă, pe teren plan. Diferenţialul este alcătuit din: sateliţi (roţi dinţate conice), roţi planetare, axe planetare şi carcasă solidară cu coroana diferenţialului.

Funcţionare. La deplasarea tractorului în linie dreaptă şi pe teren plan, roţile motoare au aceeaşi turaţie iar sateliţii au mişcare de revoluţie (se rotesc odată cu carcasa diferenţialului), îndeplinind rolul de pene între roţile planetare.

La deplasarea tractorului în curbe sau în linie dreaptă dar pe teren cu denivelări, roţile motoare ale tractorului se rotesc cu turaţii diferite iar sateliţii pe lângă mişcarea de revoluţie odată cu carcasa diferenţialului capătă şi mişcare de rotaţie în jurul axelor proprii, participând la realizarea raportului de transmitere a mişcării.

În condiţii de aderenţă scăzută, dacă una din roţile motoare patinează, roata cu aderenţă bună nu mai primeşte mişcarea şi tractorul nu se mai deplasează. Pentru evitarea acestui neajuns, transmisiile cu diferenţiale se prevăd cu dispozitive de blocare a diferenţialului, comandate prin pedală, care solidarizează cele două roţi motoare. Blocarea diferenţialului se realizează numai când acesta se deplasează în linie dreaptă.

Tractoarele moderne sune echipate cu diferenţial autoblocabil la care dispozitivul de blocare a diferenţialului intră în funcţiune automat.

Transmisiile finale realizează ultima mare demultiplicare a turaţiei primite de la motorul tractorului. Transmisiile finale sunt reprezentate prin două transmisii cu roţi dinţate cilindrice, de regulă cu angrenare exterioară.

6.2.2.6.2. Puntea din spate a tractoarelor pe şenile

Puntea din spate a tractoarelor pe şenile (fig. 6.9) este formată din următoarele părţi componente: transmisie centrală (grup conic), ambreiaje laterale, transmisii finale.

Deosebirea dintre cele două tipuri de punţi constă în înlocuirea diferenţialului cu două ambreiaje laterale. Celelalte părţi componente au construcţie asemănătoare şi acelaşi rol.

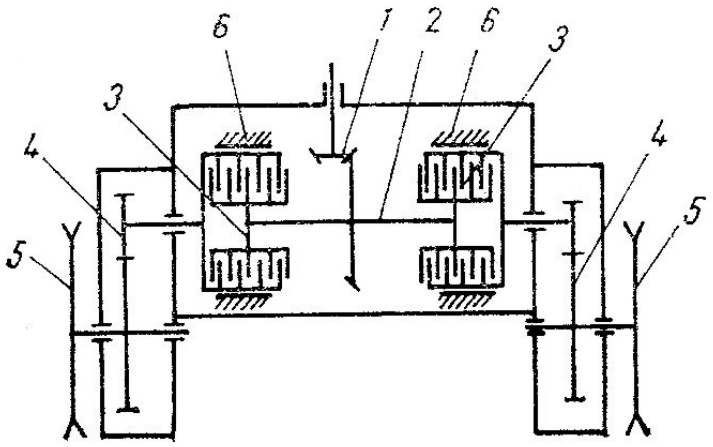


Figura 6.9. Schema punţii din spate a tractoarelor pe şenile: 1 – transmisie centrală; 2 – arborele punţi din spate; 3 – ambreiaje laterale; 4 – transmisii finale; 5 – stelele motrice ale şenilelor; 6 – frâne.

Ambreiajele laterale (ambreiajele de direcţie) sunt ambreiaje cu fricţiune, normal cuplate, multidisc. Au rolul de a permite transmiterea de turaţii diferite la cele două şenile în scopul executării virajelor.

Partea conducătoare a ambreiajului este formată din mai multe discuri de presiune realizate din oţel, montate pe un tambur interior.

Partea condusă a ambreiajului este formată din mai multe discuri de fricţiune realizate din ferodou, solidarizate prin caneluri cu un tambur exterior. Discurile de fricţiune sunt montate intercalat cu discurile de presiune.

Mecanismul de comandă are în componenţă manetă, camă de comandă, furcă cu rolă, rulment de presiune, pârghii pentru decuplare şi arcuri de apăsare.

La deplasarea tractorului în linie dreaptă, ambele ambreiaje sunt cuplate şi transmit turaţii egale la cele două şenile.

La deplasarea tractorului în viraje se decuplează parţial sau total ambreiajul din interiorul curbei, în funcţie de raza viraj.

Verificarea cunoştinţelor

1. Enumeraţi părţile componente ale tractoarelor;
2. Care este rolul transmisiei la tractor?
3. Ce rol are reductorul planetar în cadrul transmisiei
4. Care sunt părţile componente ale punţii din spate a tractorului pe roţi?
5. Ce rol are transmisia centrală?
6. Care este rolul diferenţialului în cadrul transmisiei?

6.2.3. SISTEMUL DE RULARE

Sistemul de rulare are rolul de a susţine tractorul şi de a asigura deplasarea lui prin transformarea momentului motor primit de la motor în forţă de tracţiune.

Tractoarele pot fi echipate cu: sistem de rulare pe roţi; sistem de rulare pe şenile; sistem de rulare cu semişenile.

6.2.3.1. Sistemul de rulare la tractoarele pe roţi

Sistemul de rulare pe roţi este cel mai utilizat sistem în construcţia tractoarelor. Sunt realizate sisteme cu o punte motoare (cu două roţi motoare), cu două punţi motoare (cu patru roţi motoare).

Principalele avantaje ale sistemului de rulare cu roţi constau în:

- simplitatea constructivă a sistemului care implică preţ de cost mai redus şi întreţinere mai uşoară;
- posibilitatea reglării ecartamentului;
- posibilitatea deplasării cu viteze mari (40 km/oră);
- deplasarea pe drumurile publice fără deteriorarea acestora.

Prin comparare cu sistemul de rulare pe şenile, sistemul de rulare pe roţi prezintă următoarele dezavantaje:

- aderenţa mai scăzută cu solul;
- presiunea specifică pe sol mai mare, de unde şi compactarea trenului mai mare;
- în cazul deplasării pe terenuri în pantă stabilitatea este mai scăzută.

Părţile componente principale ale sistemului de rulare pe roţi sunt: *osia din faţă, semiosiile din spate şi roţile cu pneuri.*

Osiile din faţă pot fi *osii simple şi osii motoare*.

Osiile simple, la rândul lor pot fi: *cu cale largă, cu cale îngustă, cu cale unică*.

Osia simplă cu cale largă (fig. 6.10.a) echipează majoritatea tractoarelor universale şi speciale. Este o osie telescopică, formată dintr-o axă centrală tubulară, prinsă articulat la suportul osiei din faţă şi două semiosii laterale, la capetele cărora sunt prinşi articulat pivoţii fuzetelor pe care se montează roţile de direcţie.

Osia simplă cu cale îngustă (fig. 6.10.b) are în componenţă un suport vertical cu pivot vertical prevăzut cu două fuzete pe care se montează roţile directoare. Acest tip de osie echipează unele tractoare universale care lucrează cu maşini construite special pentru tractoare cu astfel de osii.

Osia motoare este o osie cu cale largă şi echipează tractoarele cu două punţi motoare. De regulă ecartamentul este fix.

Pentru asigurarea unei bune stabilităţi a tractorului şi o manevrare uşoară, roţile de direcţie se montează pe puntea din faţă în poziţii bine determinate, formând patru unghiuri:

- unghiul de înclinare transversală – $\boldsymbol{\beta}$ – este unghiul (măsurat în plan transversal) format de axa pivotului fuzetei cu verticala. Are valori de $2 – 8^0$, permite

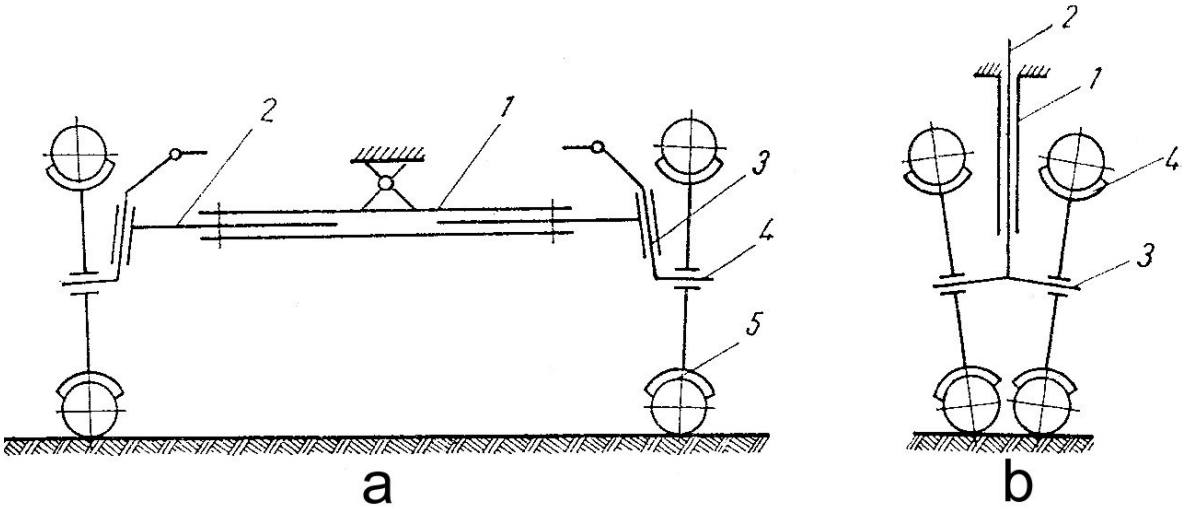


Figura 6.10. Schema osiei simple:
a. cu cale largă; 1 – axa centrală; 2 – semiosii laterale; 3 – pivoţi; 4 – fuzete; 5 – roţi de direcţie;
b. cu cale îngustă; 1 – suport vertical; 2 – pivot; 3 – fuzete; 4 – roţi de direcţie.

luarea virajului cu uşurinţă şi măreşte stabilitatea tractorului la deplasarea în linie dreaptă;

- unghiul de înclinare longitudinală – ***γ*** – este unghiul (măsurat în plan longitudinal) format de axa pivotului fuzetei cu verticala şi are valori de până la $10^{0.}$. Acest unghi îmbunătăţeşte stabilitatea tractorului la deplasarea în linie dreaptă.

- unghiul de stabilitate – ***α*** – este unghiul format de planul rotii cu verticala. Are valori de 0,5 – 5^0 şi permite manevrarea uşoară a tractorului.

- unghiul de fugă (de convergenţă) al roţilor. Roţile sunt mai apropiate la partea din faţă cu 1 – 12 mm în raport cu partea din spate.

Semiosiile din spate, din punct de vedere constructiv pot fi realizate ca:

- *semiosii cu arbori liberi* (nu includ transmisiile finale) care permit modificarea ecartamentului prin culisarea roţilor pe arborii liberi;

- *semiosii fără arbori liberi* (includ transmisiile finale) la care ecartamentul se poate modifica prin schimbarea poziţiei discului şi a jenţii roţii.

Roţile cele mai utilizate sunt cele cu pneuri. Roata cu pneu este formată din: butuc, disc, jantă şi pneu. Butucul se montează pe semiosie, pe el se prinde discul roţii. Discul de regulă este concav. Janta este montată pe disc şi are rolul de a susţine pneul. Pneul este format din amvelopă, cameră de aer şi valvă şi constituie partea de rulare a roţii. Pneurile pot fi: de tracţiune, folosite la roţile motoare şi sunt prevăzute cu profile de aderenţă; de direcţie utilizate la roţile de direcţie.

6.2.3.2. Sistemul de rulare la tractoarele pe şenile

Sistemul de rulare pe şenile utilizat în construcţia tractoarelor oferă următoarele avantaje:

- forţă de tracţiune mare datorită aderenţei bune a organelor de deplasare cu solul;
- stabilitate bună a tractorului la deplasarea pe terenurile în pantă datorită suprafeţei mari de sprijin;
- tasare mai redusă a terenului datorită presiunii reduse pe sol de 0,3 – 0,7 daN/cm^2, faţă de 1 – 3 daN/cm^2 la tractoarele pe roţi;
- patinarea redusă datorită aderenţei foarte bune a şenilelor la sol.

Dezavantajele sistemului de rulare pe şenile sunt:

- construcţie mai complicată;
- preţ de cost mai ridicat;
- cheltuieli sporite de întreţinere;
- viteză de deplasare mai redusă;
- deteriorarea drumurilor amenajate, de aceea se impune de multe ori deplasarea pe trasee ocolitoare.
- ecartament fix.

La tractoarele pe şenile,sistemul de rulare este reprezentat prin *două şenile montate de o parte şi de alta a tractorului, cărucioarele şenilelor şi suspensii.*

Şenila este o bandă metalică, închisă care se angrenează cu roata motrică şi asigură deplasarea tractorului.

În funcţie de tipul suspensiei, şenilele se clasifică în:

- şenile rigide;
- şenile semielastice;
- şenile elastice.

Şenilele rigide sunt montate rigid pe cadrul tractorului şi nu permit copierea denivelărilor terenului. Ele sunt mai robuste din punct de vedere constructiv , iar preţul de cost este mai mic.

Şenilele semielastice (fig. 6.11.a) asigură o copiere mai bună a denivelărilor terenului şi un confort sporit, dar în limite restrânse, prinderea şenilei la cadrul tractorului realizându-se printr-un arc lamelar.

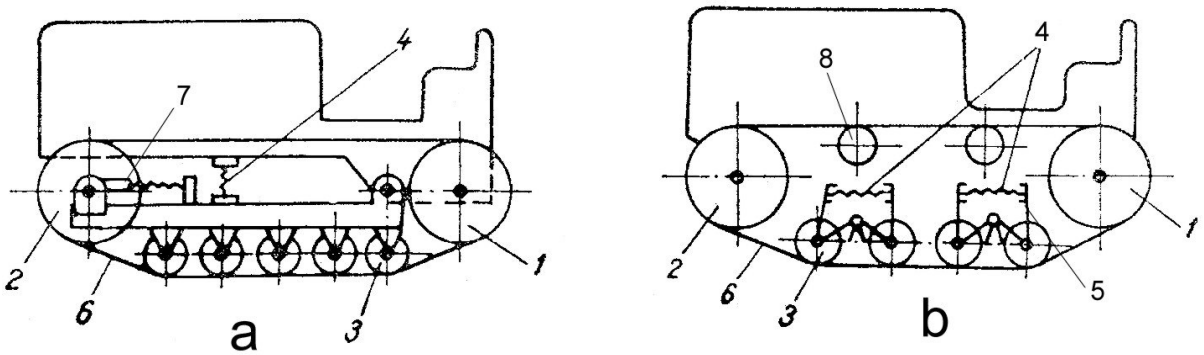


Figura 6.11. Schema constructivă a şenilei: **a. semielastică; b. elastică;** 1 – stea (roată) motrică; 2 – rolă de întindere; 3 – role de sprijin; 4 – elemente elastice; 5 – cărucioare articulate; 6 – lanţul şenilei; 7 – mecanism de întindere; 8 – role de susţinere.

Şenilele elastice (fig. 6.11.b) asigură copierea denivelărilor solului în cele mai bune condiţii şi totodată amortizarea şocurilor, ceea ce permite deplasarea cu viteze

sporite. Are aceleaşi părţi componente ca şi şenila semielastică, numai că rolele de sprijin sunt prevăzute cu cărucioare elastice, montate articulat pe cadrul tractorului.

Este cel mai bun sistem, dar este mai puţin răspândit datorită preţului de cost mai ridicat.

Pentru a permite deplasarea tractoarelor pe drumurile amenajate (asfaltate, betonate) la tractoarele moderne lanţul şenilei şi plăcile de aderenţă au fost înlocuite cu o bandă din pânză cauciucată, prevăzută cu profile de aderenţă, care permite realizarea de viteze sporite şi deplasarea pe toate drumurile. Şenila din cauciuc prezintă o aderenţă mai redusă decât cea metalică, dar mult mai bună decât cea a roţilor cu pneuri.

Verificarea cunoştinţelor

1. Enumeraţi principalele avantaje ale sistemului de rulare la tractoarele pe roţi.
2. Enumeraţi principalele avantaje ale sistemului de rulare la tractoarele pe şenile.
3. Care sunt principalele părţi componente ale sistemului de rulare pe roţi?
4. Care sunt principalele părţi componente ale sistemului de rulare pe şenile?
5. Menţionaţi principalele dezavantaje ale sistemului de rulare pe şenile.

6.2.4. SISTEMUL DE FRÂNARE

Sistemul de frânare are rolul de a reduce viteza de deplasare, de a opri şi imobiliza tractorul pe durata staţionării şi de a contribui la realizarea întoarcerilor cu rază mică de viraj, prin frânarea independentă a unei roţi sau şenile.

Sistemul de frânare trebuie să asigure frânarea rapidă, lină, fără şocuri în momentul acţionării şi să excludă total apariţia fenomenului de autofrânare.

Clasificarea sistemelor de frânare se face după mai multe criterii, cele mai uzuale fiind: *după modul de acţionare şi după tipul constructiv*.

După **modul de acţionare** ele se pot clasifica în:

- sisteme de frânare *cu acţionare mecanică*;
- sisteme de frânare *cu acţionare hidraulică*;
- sisteme de frânare *cu acţionare pneumatică*.

După **tipul constructiv** se pot clasifica în:

- sisteme de frânare *cu frâne cu bandă*;
- sisteme de frânare *cu frâne cu discuri*;
- sisteme de frânare *cu frâne cu saboţi*.

Sistemele de frânare cu acţionare mecanică se utilizează la tractoarele cu viteză mică de deplasare (tractoare agricole, universale), caracterizându-se prin fiabilitate ridicată

Sistemele de frânare cu acţionare hidraulică sau pneumatică se utilizează la tractoarele cu viteză sporită de deplasare.

La tractoare frânele se amplasează pe arborii transmisiei (semiarborii planetari) şi sunt independente, iar la remorci, la roţi.

6.2.4.1. Frâna cu bandă

Frâna cu bandă (fig. 6.12) este utilizată la tractoarele pe roţi şi pe şenile, de putere mică şi mijlocie (masă relativ mică şi o viteză de deplasare mică). Suprafaţa de frânare este relativ mică, dar prezintă avantajul unei simplităţi constructive şi preţ de cost redus.

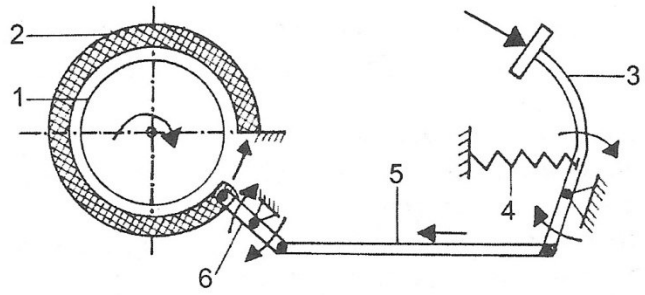


Figura 6.12. Schema frânei cu bandă: 1 – inel de frânare; 2 – bandă de frânare; 3 – pedală de frână; 4 – arc readucător; 5 – tijă de legătură; 6 – pârghie de comandă.

Frâna cu bandă este constituită din următoarele părţi componente:

- *parte mobilă* reprezentată printr-un inel de frânare sau un tambur de frânare;
- *partea fixă* reprezentată prin banda de frânare;
- *mecanismul de comandă*.

Banda de frânare este alcătuită dintr-o bandă de oţel căptuşită pe interior cu garnituri (bandă) din ferodou. La apăsarea pedalei, banda de frânare se strânge pe inelul de frânare şi determină apariţia unei forţe de frecare care determină frânarea tractorului.

Mecanismul de comandă este format din pedală de comandă, arc readucător, tijă de legătură reglabilă ca lungime, şi o pârghie de comandă sau o camă de comandă.

6.2.4.2. Frâna cu discuri

Frâna cu discuri (fig. 6.13) este tipul de frână cel mai utilizat în construcţia tractoarelor de putere mijlocie şi mare. Este o frână compactă şi foarte eficientă datorită suprafeţelor mari de frecare.

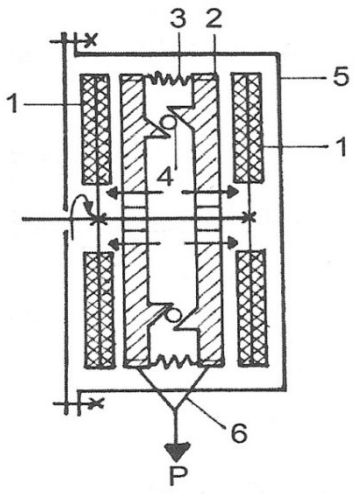


Figura 6.13. Schema frânei cu discuri:
1 – discuri de fricţiune; 2 – discuri de presiune; 3 – arcuri de readucere a discurilor; 4 – bile sferice; 5 –carcasa frânei; 6 – mecanism de comandă.

- *Parte mobilă* a frânei cu discuri este reprezentată prin două discuri de fricţiune (discuri din oţel prevăzute pe ambele feţe cu garnituri din ferodou);

- *Partea fixă* este constituită din două discuri de presiune realizate din oţel prevăzute cu alveole cu adâncime variabilă, bile sferice montate în

alveole şi arcuri de readucere a discurilor;

- *Mecanismul de comandă* este aproape identic cu cel prezentat anterior.

Funcţionare. La acţionarea pedalei de comandă (de frână) prin sistemul de pârghii, discurile de presiune se rotesc unul faţă de altul (în sensuri diferite), bilele urcă pe planul înclinat al alveolelor şi determină deplasarea discurilor de presiune spre discurile de fricţiune, care sunt presate înspre carcasă şi carterul transmisiei. Ca urmare apar patru forţe de frecare între părţile fixe şi părţile mobile ale frânei, determinând frânarea tractorului.

6.2.4.3. Frâna cu saboţi

Acest tip de frână (fig.6.14) este utilizat de regulă la frânarea remorcilor.
Frâna este alcătuită din:

- parte fixă constituită din doi saboţi de frânare şi arcuri de revenire;
- partea mobilă constituită dintr-un tambur de frânare;
- mecanismul de comandă care poate fi cu acţionare mecanică, hidraulică sau pneumatică.

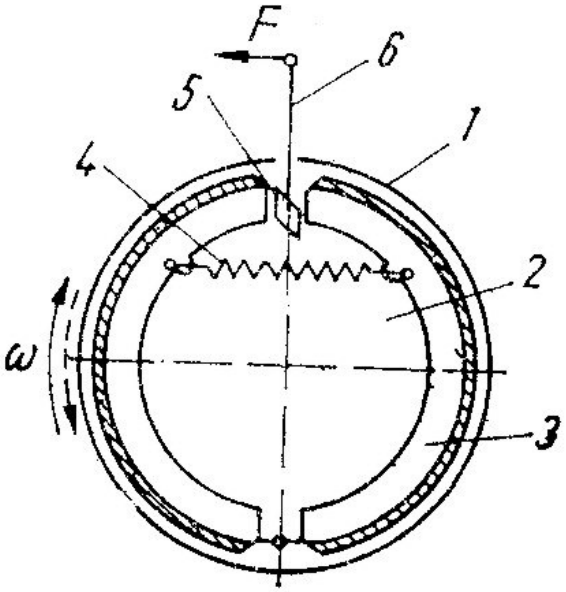


Figura 6.14. Schema frânei cu saboţi: 1 – discuri de fricţiune; 2 – discuri de presiune; 3 – arcuri de readucere a discurilor; 4 – bile sferice; carcasa frânei; 6 – mecanism de comandă.

Saboţii sunt realizaţi din aliaje de aluminiu sau oţel şi sunt prevăzuţi pe exterior cu garnituri de ferodou. Un capăt este prins articulat, iar celălalt este acţionat de o camă. Cama poate să fie acţionată mecanic (prin elemente mecanice), hidraulic sau pneumatic. La acţionarea hidraulică sau pneumatică, depărtarea saboţilor se realizează cu un cilindru hidraulic sau pneumatic. Depărtarea saboţilor determină apăsarea pe faţa interioară a tamburului de frânare, determinând apariţia unei forţe de frecare care frânează tractorul.

Verificarea cunoştinţelor

1. Care este rolul sistemului de frânare?
2. Menţionaţi principalele tipuri de frâne.
3. Care sunt părţile componente ale frânei cu bandă?
4. Enumeraţi părţile componente ale frânei cu discuri.
5. Clasificaţi sistemele de frânare după modul de acţionare.

6.2.5. MECANISMUL DE DIRECŢIE

Mecanismul de direcţie asigură dirijarea tractorului în direcţia necesară de mers, prin acţionarea asupra sistemului de rulare. La tractoarele pe roţi schimbarea direcţiei de mers se realizează prin modificarea unghiurilor roţilor directoare faţă de axa de simetrie a tractorului, iar la tractoarele pe şenile, prin variaţia vitezelor de mişcare a şenilelor.

După modul de acţionare a roţilor directoare, mecanismele de direcţie se clasifică în:

1. mecanisme de direcţie cu *acţiune directă* (de tip mecanic);
2. mecanisme de direcţie *cu servoacţiune*.

La tractoarele pe roţi, în funcţie de destinaţia tractorului şi de modul de repartizare a sarcinii pe roţi sunt patru modalităţi de executare a virajului (fig. 6.15):

- prin acţionarea roţilor din faţă;
- prin acţionarea roţilor din spate;
- prin acţionarea roţilor din faţă şi a roţilor din spate;

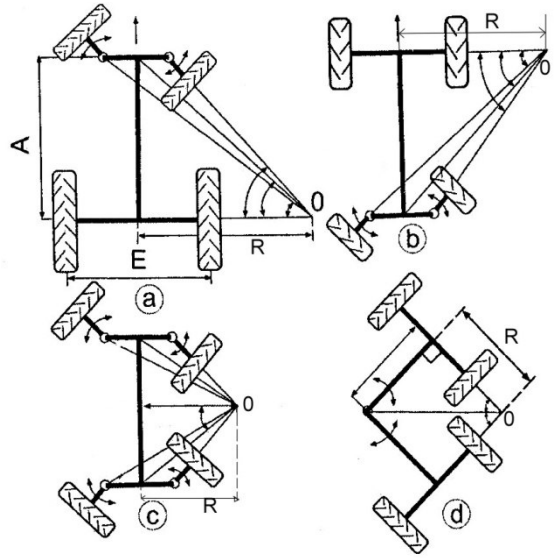


Figura 6.15. Metode de realizare a virajului la tractoarele pe roţi: **a.** cu roţi directoare în faţă; **b.** cu roţi directoare în spate; **c.** cu roţi directoare în faţă şi în spate; **d.** cu cadru articulat; A – ampatamentul; E – ecartamentul; R – raza minimă de viraj; O - centrul de viraj.

Ampatamentul A reprezintă distanţa dintre centrele roţilor măsurată în plan longitudinal.

Ecartamentul E reprezintă distanţa dintre roţile de pe aceeaşi punte (măsurată în plan transversal).

Raza minimă de viraj R reprezintă parametrul principal al virajului şi trebuie să fie cât mai mică, pentru a permite întoarcerea tractorului pe zone cât mai înguste.

Centrul de viraj O reprezintă punctul în care se întâlnesc prelungirile tuturor axelor roţilor.

6.2.5.1. Mecanismul de direcţie cu acţiune directă

Este de tip mecanic la care conducătorul tractorului intervine direct asupra roţilor de direcţie. Echipează tractoarele cu putere de până la 50 CP.

Principalele părţi componente ale mecanismului sunt (fig. 6. 16): volanul de direcţie, caseta de direcţie, un sistem de pârghii articulate de legătură şi trapezul de direcţie.

Volanul reprezintă elementul de comandă al mecanismului de direcţie. Este solidarizat cu axul şi este susţinut de un suport tubular – coloana volanului.

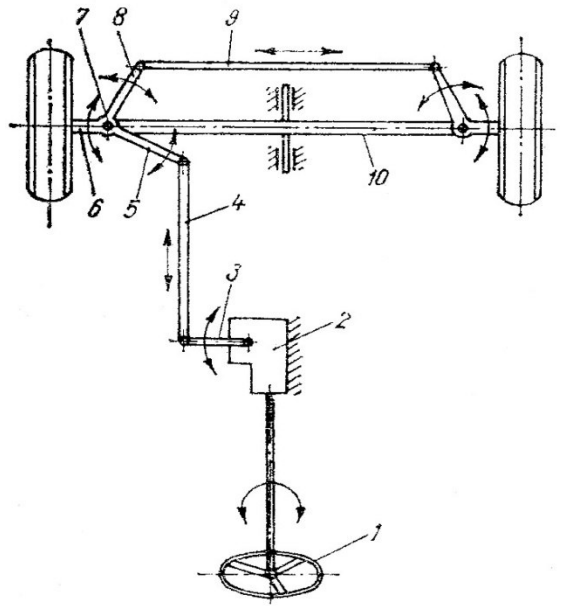


Figura 6.16. Schema mecanismului de direcţie cu acţiune directă: 1 – volan; 2 – casetă de direcţie; 3 – levier de comandă; 4 – bară longitudinală; 5 – pârghie de comandă; 6 – fuzetă, 7 – pivot; 8 – levierul fuzetei; 9 – bară de conexiune; 10 – osia din faţă.

Caseta de direcţie transformă mişcarea de rotaţie a volanului în mişcare pendulară a levierului de comandă, mişcare ce ajunge prin sistemul de pârghii la trapezul de direcţie. Este formată dintr-o carcasă prevăzută în interior cu un mecanism cu şurub şi sector dinţat, sau mecanism cu şurub melc şi roată melcată. Şurubul este solidarizat cu axul volanului, iar roata este solidarizată cu levierul de comandă.

Trapezul de direcţie este format din levierele fuzetelor, bara de conexiune dintre cele două leviere şi osia din faţă.

Se consideră condiţii optime de conducere, dacă efortul depus de conducător la volan este cuprins între 3 – 12 daN, iar jocul liber al volanului nu depăşeşte 15^0.

6.2.5.2. Mecanismul de direcţie cu servodirecţie

Acest tip de mecanism se utilizează la tractoarele cu sarcină mare pe roţile directoare şi are rolul de a uşura efortul depus de conducător. La aceste mecanisme conducătorul comandă numai execuţia virajului, efortul pentru acţionarea roţilor directoare este realizat de un servomotor hidraulic. Mecanismele cu servodirecţie pot fi hidromecanice sau hidraulice.

Mecanismul cu servodirecţie hidraulic (fig.6.17) are în componenţă o parte de comandă şi o parte de execuţie.

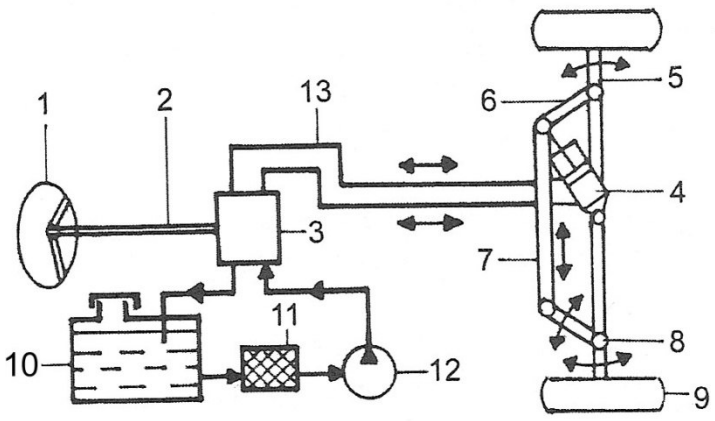


Figura 6.17. Schema mecanismului de direcţie hidraulic: 1 – volan; 2 – ax volan; 3 – distribuitor hidraulic; 4 – cilindru hidraulic; 5 – fuzetă; 6 – levier de fuzetă; 7 – bară de conexiune; 8 – pivot; 9 – roţi de direcţie; 10 – rezervor de ulei hidraulic; 11 – filtru hidraulic; 12 – pompă hidraulică; 13 – conducte hidraulice.

Partea de comandă a virajelor este formată din volan, ax volan, coloană volan şi distribuitor hidraulic cu sertăraş rotativ.

Partea de execuţie a virajelor este formată din: rezervor de ulei hidraulic, filtru de ulei, pompă de ulei, cilindru hidraulic cu dublu efect, bară de conexiune, leviere de fuzetă, pivoţi, fuzete şi roţi directoare.

Uleiul hidraulic sub presiune trimis de pompa hidraulică ajunge la distribuitorul hidraulic care va dirija uleiul spre una din cele două camere ale cilindrului hidraulic, în funcţie de comanda de viraj pe care o primeşte prin volan de la conducătorul tractorului, sau îl dirijează înapoi în rezervor pe circuitul de retur, când tractorul se deplasează în linie dreaptă. În această situaţie cele două camere ale cilindrului hidraulic rămân închise.

Verificarea cunoştinţelor

1. Care este rolul mecanismului de direcţie?
2. Ce reprezintă ampatamentul?
3. Ce reprezintă ecartamentul?
4. Care sunt părţi componente principalele ale mecanismului de direcţie cu acţiune directă?
5. Care sunt părţi componente principalele ale mecanismului de direcţie cu servodirecţie hidraulică?

6.2.6. INSTALAŢIA ELECTRICĂ A TRACTORULUI

Instalaţia electrică a tractorului are rolul de a produce şi stoca energie electrică necesară pornirii motorului termic al tractorului şi alimentării consumatorilor de pe tractor.

Părţile componente ale instalaţiei electrice a tractorului sunt:

- echipamentul de producere, stocare şi reglare a curentului electric;
- echipamentul de pornire a motorului termic;
- grupa consumatorilor (faruri şi proiectoare pentru iluminat, lămpi de semnalizare optică, claxon pentru semnalizarea acustică, electromotorul, ventilatorului, al ştergătorului de parbriz etc).
- aparate şi dispozitive de comandă şi protecţie (întrerupătoare, relee de semnalizare, siguranţe fuzibile etc).

Echipamentul de producere, stocare şi reglare a curentului electric este compus din: generatorul de curent electric, bateria de acumulatoare electrice, releul regulator de tensiune, releul de semnalizare a încărcării bateriei.

Generatorul de curent electric are rolul de a produce curent electric continuu pentru încărcarea bateriei de acumulatoare şi de a alimenta consumatorii instalaţi pe tractor în timpul funcţionării motorului termic. Cel mai utilizat generator este alternatorul, care produce curent electric alternativ trifazat, care este redresat (transformat în curent continuu) cu o punte redresoare cu diode.

Alternatorul este alcătuit din: stator, rotor, colector şi punte redresoare.

Statorul (indusul) are o înfăşurare trifazică, legată în stea, capetele libere sunt legate la diodele punţii redresoare. Puntea redresoare este compusă din şase diode de putere cu siliciu, trei pozitive şi trei negative.

Rotorul (inductorul) este format dintr-un arbore de oţel pe care este montat un cuplaj în gură de lup (care formează poli electromagnetici alternanţi), în interior este realizată înfăşurarea rotorică. Tot pe arbore este montat colectorul format din două inele pe care presează două perii colectoare, prin care se alimentează cu energie electrică din baterie prin intermediul releului regulator.

La pornirea motorului termic, rotorul alternatorului este antrenat în mişcare de rotaţie. Fiind alimentat cu energie electrică din bateria de acumulatoare, în rotor ia naştere un câmp magnetic rotitor care induce în bobinele statorice un curent electric alternativ, transformat în curent electric continuu de puntea de diode redresoare. Curentul de ieşire este controlat în permanenţă de releul regulator de tensiune şi menţinut în limite normale prin modificarea continuă a curentului de excitaţie al rotorului.

Bateria de acumulatoare electrice are rolul de a alimenta cu energie electrică consumatorii de pe tractor atunci când motorul termic este oprit. Un acumulator este format din plăci de plumb pozitive şi plăci negative introduse într-o soluţie de acid sulfuric. Acumulatorii în cadrul bateriei sunt izolaţi între ei şi sunt înseriaţi.

După pornirea motorului termic, când alternatorul începe să producă curent electric, bateria se încarcă, fiind conectată în paralel cu generatorul.

Electromotorul de pornire (demarorul) este un motor de curent continuu alimentat la tensiunea bateriei de acumulatoare. Are rolul de a realiza pornirea motorului termic.

Este alcătuit din următoarele părţi componente: stator, rotor, colector cu perii colectoare şi comanda electromagnetică (releu de anclanşare).

Statorul este prevăzut în carcasă cu patru mase polare pe care sunt realizate bobinele statorice care sunt înseriate.

Rotorul are în componenţă un arbore de oţel pe care este presat miezul din oţel electrotehnic prevăzut cu canale în care se realizează înfăşurarea rotorică. Capetele bobinelor rotorice sunt legate la plăcuţele colectorului. Pe arbore este montat şi pinionul de antrenare a coroanei dinţate a volantei, care poate culisa pe arbore sau se poate deplasa o dată cu rotorul pentru angrenare, în funcţie de tipul constructiv.

Funcţionare. La închiderea contactului de pornire este alimentat releul de pornire, care deplasează pinionul de antrenare şi realizează angrenarea cu coroana dinţată a volantei, după care se închid contactele releului şi sunt alimentate înfăşurarea statorică şi rotorică care sunt înseriate (motor electric cu excitaţie serie) asigurând pornirea motorului termic. După pornirea motorului termic, prin eliberarea butonului de pornire, electromagnetul îşi încetează acţiunea, pinionul este retras de un arc, iar demarorul nemaifiind alimentat cu curent electric se opreşte.

Siguranţele fuzibile sunt dispozitive de protecţie, având rolul protejării consumatorilor. Când se produce o defecţiune sau se depăşeşte valoarea maximă a

curentului pentru care a fost realizată siguranţa, firul fuzibil se topeşte şi astfel este întrerupt circuitul de alimentare al consumatorului electric.

6.2.7. DISPOZITIVE DE TRACŢIUNE, CUPLARE ŞI ACŢIONARE A TRACTOARELOR HORTICOLE

Aceste dispozitive constituie echipamentul de lucru al tractorului şi permite formarea agregatelor pentru mecanizarea procesului de lucru prin cuplarea, tractarea şi acţionarea maşinilor horticole.

6.2.7.1. Dispozitive de tracţiune

Dispozitivele de tracţiune sunt reprezentate prin bare de tracţiune şi cuple de tracţiune, fiind montate în partea din spate a tractorului.

Barele de tracţiune au rolul de a permite cuplarea maşinilor tractate la tractor fiind realizate sub două forme:

- bară transversală montată perpendicular pe axa de simetrie a tractorului, în articulaţiile sferice ale tiranţilor laterali. Este prevăzută cu orificii echidistante şi furcă de cuplare. Se livrează împreună cu tractorul şi este utilizată cel mai frecvent.
- bară longitudinală montată pe sub tractor, longitudinal, cu un capăt la şasiu iar cu celălalt pe un suport propriu cu orificii. La capătul opus este montată furca de cuplare. Se utilizează numai la maşini special concepute.

Cuplele de tracţiune sunt utilizate pentru cuplarea şi tractarea remorcilor. Se montează în partea din spate a tractorului prin intermediul unor elemente rigide sau elastice, cu rol de amortizare a şocurilor. Ele pot fi: cuple manuale, cuple semiautomate (cuplarea sef ace automat, decuplarea manual), cuple automate.

6.2.7.2. Mecanismul de suspendare al tractorului (ridicătorul hidraulic)

Mecanismul de suspendare este folosit pentru cuplarea la tractor a maşinilor horticole semipurtate sau purtate. Are în componenţă un arbore transversal cu două braţe, doi tiranţi laterali, doi tiranţi verticali, tirant central reglabil ca lungime, lanţuri stabilizatoare. Acţionarea mecanismului se realizează prin intermediul unui cilindru de forţă comandat de instalaţia hidraulică a tractorului, prins cu un capăt la tractor iar cu celălalt la unul din braţele arborelui. Mişcarea se transmite la tiranţii laterali prin tiranţii verticali şi implicit la maşina din agregat care poate fi ridicată sau coborâtă după dorinţă. Lanţurile stabilizatoare au rolul de anulare a jocului în plan transversal al maşinii suspendate, în special în timpul transportului.

6.2.7.3. Dispozitivele de acţionare ale tractorului

Dispozitivele de acţionare sunt reprezentate prin: instalaţia hidraulică şi transmisia prin priza de putere.

6.2.7.3.1. Instalaţia hidraulică

Instalaţia hidraulică are rolul de a transforma energia mecanică în energie hidraulică şi de a acţiona prin intermediul energiei hidraulice motoare hidraulice montate pe tractor sau maşini horticole, care transformă energia hidraulică în lucru mecanic.

După modul de realizare ele se clasifică în: instalaţii hidraulice cu elemente separate, instalaţii hidraulice de tip semibloc, instalaţii hidraulice de tip monobloc.

După modul de funcţionare se clasifică în: instalaţii hidraulice fără reglaje automate şi instalaţii hidraulice cu reglaje automate.

Instalaţia hidraulică cu elemente separate (fig.6.18) este o instalaţie simplă, uşor de întreţinut, cu preţ de cost redus. Are în componenţă: rezervor de ulei, filtru de ulei, pompă hidraulică, distribuitor hidraulic, cilindru de forţă cu dublu efect, conducte.

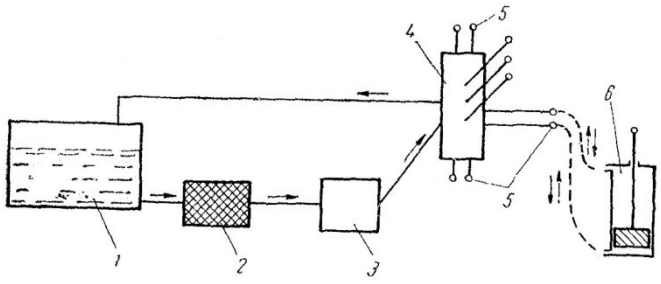


Figura 6.18. Schema generală a instalaţiei hidraulice cu elemente separate: 1 – rezervor de ulei; 2 – filtru hidraulic; 3 – pompă hidraulică; 4 – distribuitor; 5 – prize hidraulice; 6 – cilindru de forţă cu dublu efect.

Distribuitorul este de tip cu sertăraş liniar cu patru poziţii de lucru: ridicat, neutru, coborât, flotant.

Instalaţia hidraulică de tip semibloc are o parte din elemente montate într-un bloc comun iar altele dispuse separat.

Instalaţia hidraulică de tip monobloc are toate elementele grupate într-un bloc comun. Această instalaţie cât şi instalaţia de tip semibloc prezintă avantajul automatizării proceselor de lucru, fiind prevăzute cu reglaj automat al forţei de tracţiune şi al poziţiei maşinii.

Reglajul de poziţie permite menţinerea maşinii la un nivel (înălţime sau adâncime) stabilit anterior prin maneta de comandă.

Reglajul de forţă asigură menţinerea constantă a forţei de tracţiune prin modificarea adâncimii de lucru.

6.2.7.3.2. Priza de putere

Priza de putere a tractorului are rolul de a acţiona organele de lucru ale maşinilor din agregat, care solicită mişcare de rotaţie.

Din punct de vedere al turaţiei, prizele de putere se clasifică în:

- prize de putere cu turaţie constantă (prize asincrone). Turaţia prizei nu este influenţată de viteza de deplasare a tractorului şi este standardizată la 540 sau 1000 rot/min;

- prize de putere cu turaţie variabilă (prize sincrone). Turaţia prizei este dependentă (sincronizată) de viteza de deplasare a tractorului ;

- prize de putere mixte, care au posibilitatea de a realiza atât turaţii constante cât şi turaţii variabile.

7. EXPLOATAREA TRACTOARELOR HORTICOLE

Tractorul trebuie exploatat la regimuri optime de funcţionare încât să asigure folosirea economică a lui pe o durată de serviciu cât mai mare între două reparaţii.

7.1. Bilanţul de putere al tractorului

Bilanţul de putere al tractorului reprezintă o ecuaţie care arată cum este consumată puterea efectivă a motorului termic al tractorului.

$$P_e = P_t + P_f + P_{tr} + P_\delta + P_p \pm P\alpha \pm P_j \pm P_a, \quad (kW) \qquad (7.1)$$

în care: P_e = puterea efectivă a motorului;

P_t = puterea de tracţiune a tractorului;

P_f = puterea consumată pentru învingerea rezistenţei la rulare;

P_{tr} = puterea consumată în transmisia tractorului;

P_δ = puterea consumată datorită patinării organelor de rulare;

P_p = puterea consumată pentru acţionarea prizei de putere;

$P\alpha$ = puterea consumată pentru învingerea pantei;

P_j = puterea consumată pentru învingerea forţelor de inerţie;

P_a = puterea consumată pentru învingerea rezistenţei aerului.

Puterea de tracţiune P_t a tractorului reprezintă puterea rămasă disponibilă pentru tractarea maşinilor horticole.

Puterea consumată pentru învingerea rezistenţei la rulare P_f este determinată de natura terenului şi de tipul organelor de rulare ale tractorului.

Puterea consumată în transmisia tractorului P_{tr} reprezintă puterea consumată pentru învingerea forţelor de frecare ce apar în cadrul transmisiei tractorului.

Puterea consumată datorită patinării organelor de rulare P_δ este influenţată de tipul organelor de deplasare şi de natura terenului.

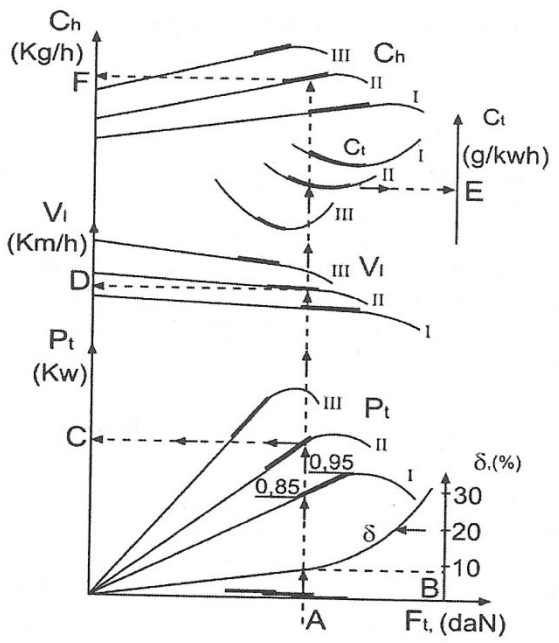
Puterea consumată pentru învingerea pantei Pα. În relaţia bilanţului **,** acest termen apare cu semnul „+” când tractorul urcă panta şi cu semnul „-” când tractorul coboară panta.

Puterea consumată pentru învingerea forţelor de inerţie P_j. În relaţia bilanţului**,** acest termen apare cu semnul „+” pentru acceleraţie şi cu semnul „-” pentru decelerаţie. Pentru tractoarele pe roţi cu viteza până la 30km/h şi pentru tractoarele pe şenile cu viteze până la 15 km/h, acest parametru are valori foarte scăzute şi nu se ia în calcul.

Puterea consumată pentru învingerea rezistenţei aerului P_a. În relaţia bilanţului**,** acest termen apare cu semnul „+” când tractorul se deplasează în sens opus direcţiei vântului şi cu semnul „-” când tractorul se deplasează în acelaşi sens cu direcţia vântului. Pentru tractoarele pe roţi cu viteza până la 30km/h şi pentru tractoarele pe şenile cu viteze până la 15 km/h, acest parametru are valori foarte scăzute şi nu se ia în calcul.

7.2. Caracteristica de tracţiune a tractorului

Caracteristica de tracţiune (fig. 7.1) este o diagramă în care sunt prezentaţi principalii parametrii de tracţiune ai tractorului, în condiţii diferite de lucru.



În diagramă sunt prezentaţi parametrii:
- **Puterea de tracţiune P_t** a tractorului;
- Viteza de lucru a tractorului $\mathbf{v_l}$;
- Consumul orar de combustibil $\mathbf{C_h}$;
- Consumul specific de combustibil $\mathbf{c_t}$;
- Patinarea roţilor motoare $\boldsymbol{\delta}$.

Figura 7.1. Caracteristica de tracţiune a tractorului

Pentru utilizarea diagramei se calculează forţa de tracţiune a tractorului $\mathbf{F_t}$, necesară efectuării unei lucrări agricole. Din grafic se citesc valorile parametrilor de tracţiune.

$$F_t = \frac{Pt360}{Vl}, \text{ (daN)} \qquad (7.2)$$

Bibliografie selectivă

1. Goia V. şi colab. – Maşini şi instalaţii zootehnice. EDP, Bucureşti, 1982.
2. Dobre P., Farcaş N., Popescu O. - Energii regenerabile - Bioetanol . I.N.M.A.-Lucrări Ştiinţifice III, Bucureşti, 25 mai 2007.
3. Dobre P., Iacomi C., Farcaş N., Popescu O. – Condiţii impuse la producerea şi depozitarea uleiurilor vegetale utilizate ca şi carburanţi la motoarele Diesel. I.N.M.A.-Lucrări Ştiinţifice nr. 23, Bucureşti, noiembrie 2007.
4. Farcaş N., Boruga I. – Tractoare şi maşini agricole, Partea I. Arta Grafică Libris, Bucureşti, 2003.
5. Miron V., Manciu C. – Maşini şi utilaje pentru lucrări silvice. EDP, Bucureşti, 1975.
6. Neagu Tr., Popescu T.,şi colab. – Tractoare şi maşini horticole. EDP, Bucureşti, 1982.
7. Toma Dr. şi colab. – Tractoare agricole. EDP, Bucureşti, 1978.
8. Toma Dr., Bianu I. – Folosirea economică a energiei în mecanizarea agriculturii. Editura Ceres, Bucureşti, 1984.
9. Vlad I. – Surse de energii noi şi regenerabile în economia de energie a României. Casa de Ştiinţă şi Tehnică pentru tineret, Braşov, 1981.

Cuprins

1.INTRODUCERE……..2
2. Materiale, organe de maşini şi mecanisme folosite la utilajele horticole 3
2.1. Materiale folosite în construcţia şi exploatarea utilajelor horticole. 3
2.1.1. Generalităţi 3
2.1.2. Metale şi aliaje feroase..... 3
2.1.3. Metale şi aliaje neferoase. 4
2.1.4. Materiale nemetalice 5
2.1.5. Combustibili..... 7
2.1.5.1. Benzina 7
2.1.5.2. Motorina..... 7
2.1.5.3. Petrolul..... 8
2.1.5.4. Combustibilii gazoşi 8
2.1.5.5. Uleiul vegetal 8
2.1.5.6. Biodieselul 8
2.1.5.7. Biogazul 8
2.1.5.8. Biomasa 9
2.1.5.9. Biometanolul 9
2.1.5.10. Bioetanolul 9
2.1.6. Lubrifianţi 10
2.1.6.1. Uleiurile 10
2.1.6.2. Unsorile consistente 10
2.2. ORGANE DE MAŞINI 11
2.2.1. Asamblări şi organe de maşini pentru asamblări 11
2.2.1.1. *Asamblările nedemontabile* 11
2.2.1.2. Asamblările demontabile 13
2.2.1.3. Asamblările elastice 16
2.2.2. Organe de maşini ale mişcării de rotaţie 18
2.2.2.1. Osiile 18
2.2.2.2. Arborii 18
2.2.2.3. Lagărele 19
2.2.2.4. Cuplajele 20
2.2.3. Organe pentru transmiterea şi transformarea mişcării de rotaţie ……..22
2.2.3.1. Transmisiile cu roţi de fricţiune 22
2.2.3.2. Transmisiile cu roţi dinţate 23
2.2.3.3. Transmisiile prin curele 24
2.2.3.4. Transmisiile prin lanţuri 25
2.2.4. Organe pentru ungere 26
2.3. Mecanisme utilizate la tractoare şi maşini horticole 27
3. MAŞINI ELECTRICE 30
3.1. Maşini de curent alternativ 32
3.1.1. Maşinile sincrone 32
3.1.2. Maşini asincrone 33
3.2. Maşini de curent continuu 34
3.3. Transformatoare 37
4. SURSE DE ENERGII REGENERABILE 38
4.2. Uleiurile vegetale 40
4.3. Biodieselul 42
4.4. Impactul ecologic asupra mediului ca urmare a utilizării uleiului vegetal crud şi a biodieselului în agricultură……. ……43
4.5. Biomasa 44

4.6. Energia solară 45
4.7. Energia eoliană 46
5. MOTOARE TERMICE CU ARDERE INTERNĂ..... 47
5.1. Clasificarea motoarelor termice 47
5.2. Funcţionarea motorului termic cu ardere internă în patru timpi 48
5.3. Părţile componente ale motorului cu ardere internă 52
5.3.1. Mecanismul motor 52
5.3.1.1. Bloc motor 52
5.3.1.2. Cilindrul 53
5.3.1.3. Chiulasa 53
5.3.1.4. Pistonul 53
5.3.1.5. Segmenţii 54
5.3.1.6. Axul pistonului 54
5.3.1.7. Biela 54
5.3.1.8. Arborele motor 55
5.3.1.9. Volanta 55
5.3.2. Mecanismul de distribuţie a gazelor 55
5.3.3. Sistemul de alimentare al motoarelor termice..... 58
5.3.3.1. Sistemul de alimentare al motoarele cu aprindere prin comprimare..... 58
5.3.3.2. Sistemul de alimentare al motoarele cu aprindere prin scânteie 61
5.3.4. Sistemul de aprindere al motoarelor termice cu ardere internă cu aprindere prin scânteie 63
5.3.5. Sistemul de ungere al motoarelor termice cu ardere internă..... 64
5.3.5.1. Sistemul de ungere prin amestec 64
5.3.5.2. Sistemul de ungere prin stropire 65
5.3.5.3. Sistemul de ungere prin presiune 65
5.3.5.4. Sistemul de ungere mixt 65
5.3.5.5. Sistemul de răcire al motoarelor termice..... 66
5.3.5.5.1. Sistemul de răcire directă 66
5.3.5.5.2. Sistem de răcire indirectă prin vaporizare 67
5.3.5.5.3. Sistem de răcire indirectă prin termosifon 67
5.3.5.5.4. Sistem de răcire indirectă cu circulaţie forţată şi termostat 67
5.4. Principalii indicii de putere ai motoarelor termice 68
5.5. Pornirea motoarelor termice 70
5.5. Căi de reducere a poluării şi de protecţie a mediului 70
6. TRACTOARE..... 72
6.1. Clasificarea tractoarelor 72
6.2. Părţile componente ale tractoarelor..... 72
6.2.1. Motorul..... 73
6.2.2. Transmisia 73
6.2.2.1. Transmisii mecanice în trepte 73
6.2.2.2. Transmisii hidraulice 74
6.2.2.3. Transmisii electrice 76
6.2.2.4. Ambreiajul principal 76
6.2.2.4.1. Ambreiajul mecanic cu fricţiune 77
6.2.2.5. Cutia de viteze 78
6.2.2.5.1. Cutia de viteze în trepte, cu doi arbori longitudinali..... 79
6.2.2.5.2. Cutia de viteze în trepte, cu trei arbori longitudinali 80
6.2.2.5.3. Cutia de viteze în trepte, cu trei arbori transversali 81
6.2.2.6. Puntea din spate 81
6.2.2.6.1. Puntea din spate a tractoarelor pe roţi..... 81
6.2.2.6.2. Puntea din spate a tractoarelor pe şenile 83
6.2.3. Sistemul de rulare 84
6.2.3.1. Sistemul de rulare la tractoarele pe roţi 84

6.2.3.2. Sistemul de rulare la tractoarele pe şenile 85
6.2.4. Sistemul de frânare 87
6.2.4.1. Frâna cu bandă 88
6.2.4.2. Frâna cu discuri 88
6.2.4.3. Frâna cu saboţi 89
6.2.5. Mecanismul de direcţie 90
6.2.5.1. Mecanismul de direcţie cu acţiune directă 90
6.2.5.2. Mecanismul de direcţie cu servodirecţie 91
6.2.6. Instalaţia electrică a tractorului 92
6.2.7. Dispozitive de tracţiune, cuplare şi acţionare a tractoarelor horticole 94
6.2.7.1. Dispozitive de tracţiune 94
6.2.7.2. Mecanismul de suspendare al tractorului 94
6.2.7.3. Dispozitivele de acţionare ale tractorului 94
6.2.7.3.1. Instalaţia hidraulică 95
6.2.7.3.2. Priza de putere 95
7. EXPLOATAREA TRACTOARELOR HORTICOLE 96
7.1. Bilanţul de putere al tractorului 96
7.2. Caracteristica de tracţiune a tractorului 97
Bibliografie selectivă 98